

Palvelutasomittausten mittausohjelmien kehittäminen

Tiehallinnon selvityksiä 21/2009

**Palvelutasomittausten
mittausohjelmien kehittäminen**

Tiehallinnon selvityksiä 21/2009

Tiehallinto

Helsinki 2009

Verkkajulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/julkaisut)

ISSN 1459-1553

TIEH 3201135-v

TIEHALLINTO

Opastinsilta 12 A

00520 HELSINKI

Puhelin 0204 22 11

Palvelutasomittausten mittausohjelmien kehittäminen.

Helsinki 2009: Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut. Tiehallinnon selvityksiä 21/2009. 86 2. + liitteet 7 s. ISBN 978-952-221-235-1. ISSN 1459-1553. TIEH 3201135-v

Asiasanat: Päälysteet; palvelutaso; tien kunto; ennusteet; mittaus; tulosohjaus

Aiheluokka: 70

TIIVISTELMÄ

Päälysteiden ylläpidon toiminnansuunnittelu perustuu pääosin ura- ja tasaisuustietoihin, joita mitataan palvelutasomittauksilla ja joita hallitaan kuntotietorekisterin ja PMSpro-järjestelmän avulla. Tässä työssä on tutkittu kyseisten mittausten mittauskiertoja ja edustavuuksia tieverkon eri osilla sekä analysoitu miten kuntotiedon tarkkuus vaikuttaa tulostavoitteiden mittauksien toiminnansuunnitteluvuoden eri ajankohtina ja miten mittausten kohdentumista tulisi kehittää.

Palvelutasomittausten ohjelmointi on tapahtunut tiepiireissä, jotka ovat soveltaneet valtakunnallista mittauspolitiikkaohjetta. Vilkkaimmat tiet on tyypillisesti mitattu keväisin ja osin kesäisin ja alemmaa verkkoa on mitattu noin kolmen vuoden kierrolla kesäisin. Syksyisin on tehty joitakin täydentäviä mittauksia vaihtelevasti. Palvelutasomittausten määrät ovat olleet noin 33600 km/v, mistä keväisin on tehty noin 5000 km, kesäisin noin 25000 km ja syksyisin noin 3000 km. Osa mittauksista (5100 km/v) on kaksoismittauksia ts. ne toistuvat samana vuonna useammin kuin kerran. Mittausten kokonaismäärä on ollut kahden viimeisen vuoden ajan laskussa. Kevätmittausten määrä on kasvanut, mutta kesä- ja syksymittausten määrä vähentynyt. Kaksoismittausten määrä on myös laskenut.

Vilkkaimpien teiden (ylläpitoluokan Y1a-Y1c) mittausten edustavuudet ovat olleet melko hyviä (noin 80-90%), mutta alemman tieverkon (Y2ab ja Y3ab) mittausten edustavuudet melko alhaisia, 30-40 %.

Mittaustiedon edustavuus vaihtelee tieverkon eri osilla sekä alueittain että tieluokittain melko paljon. Vaihtelua on myös ajallisesti ts. mittausmäärät vaihtelevat peräkkäisinä vuosina siten, että korkeamman edustavuuden vuotta seuraa matalamman edustavuuden vuosi.

Mittausten määrä vaikuttaa siihen miten suuri osa tieverkon kunnosta joudutaan ennustamaan ajan tasalle ennustemalleilla. Ennustemallit ovat melko keskimääräisiä ja sisältävät siten ennustevirhettä, joka kasvaa ennustejaksen kasvaessa. Tieverkkoa käsitellään toiminnansuunnittelussa jakamalla tiejaksot huonokuntoisiin jaksoihin (kuntoluokat 1-2) ja hyväkuntoisiin jaksoihin (kuntoluokat 3-5). Tulosohjauksessa asetetaan tavoitteita huonokuntoisten teiden määrälle. Kuntotiedon tarkkuudella on merkitystä tulostavoitteiden asettamisen ja mittaamisen tarkkuuteen.

Ennusteiden osuvuutta on tarkasteltu sensitiivisyys- ja spesifisyys-termien avulla. Sensitiivisyydellä tarkoitetaan ennustemallien kykyä löytää huonot jaksot ja spesifisyydellä ennustemallien kykyä löytää hyvät jaksot. Osa ennusteista osuu oikeaan, osa aliennustaa ja osa yliennustaa. Aliennustustilanteessa huonoja jaksoja jää löytymättä ja yliennustustilanteessa niitä löytyy liikaa. Aliennustustilanteen seurauksena päälystystoimia jää ohjelmoimatta sellaisille kohteille, joilla olisi niiden tarve ja yliennustustilanteessa on mahdollista ohjelmoida sellaisille kohteille, joilla ei vielä ole tarvetta. Aliennustustilanteet tuovat yllätyksiä huonojen teiden määrässä kun niitä seuraavan ker-

ran mitataan. Yliennustustilanteet mahdollistavat tuloksen tekemisen pelkkin mittauksen avulla ilman verkolle tehtäviä ylläpitotoimia. Ennusteiden oikeaan osumiseen voidaan vaikuttaa sekä mittauskierrolla, ennustemalleilla että toimenpidekirjauksilla.

Ennustevirheillä on vaikutusta myös tulosohjauksessa tulostavoitteen asettamisen tarkkuuteen ja tuloksen mittaamisen tarkkuuteen. Ennustevirhe aiheuttaa vääristymää jo lähtötilanteen tuntemisessa sekä vastaavasti vuoden lopun tilannetta arvioitaessa.

Tulosohjauksessa väliraportointitilanteiden tarkkuutta voidaan parantaa muuttamalla mittauskiertoja tai parantamalla ennustemalleja ja toimenpiteiden kirjauskäytäntöä. Mittauskierron parantaminen voidaan tehdä stabiloimalla mittauksen edustavuuksia, nostamalla mittauksen edustavuustasoa tai kohdistamalla mittauksia sellaisille kohteille, joilla ennustemallien toiminnallisuudessa on eniten puutteita.

Ennustemalleja voidaan parantaa päivittämällä niitä ja ottamalla niihin mukaan enemmän selittäjiä.

Improving the measurement policy of road surface measurements: Helsinki 2009. Finnish Road Administration, Finnra reports, 86 p. + app. 7 p. ISBN 978-952-221-235-1, ISSN 1459-1553, TIEH 3201135-v ; 21/2009.

SUMMARY

The Pavement Management in Finnish National Road Administration is based on Road Condition Data. The main condition variables are rutting and roughness. In this study it has been researched to analyse how the accuracy of road condition data affects to the decision made in pavement preservation.

The main part of paved road network is measured annually with high speed road monitoring system. Annual measurements cover only a part of the road network and there is always a part where the road condition data has been predicted using prediction models. The accuracy of prediction models is depending on the time period. The accuracy becomes worse if the prediction period grows too long. The amount of annually measured roads has an important role in the goodness of decisions.

The volume of measurements has been about 33000 km during the last seven years. This represents about 60 % of the total paved road network. The representativeness varies quite much between different regions or years and that is causing variation (based on prediction models) in the data as well.

The options to improve the quality of data are to increase the amount of measurements, to stabilize the variation of the representativeness of measurement, to focus more on problematic sections when planning measurements or improve prediction models.

ESIPUHE

Tämän työn tavoitteena on ollut tutkia päällysteiden palvelutasomittausten mittauskiertojen ja tulostavoitteiden (kuntotavoite) arvioimisen välistä suhdetta sekä tuoda ehdotuksia mittauskiertojen kehittämiseksi. Työn lähtökohtana ovat erilaiset mittautietoineistot sekä vuoden 2008 kuntotavoitteen rakenne. Työssä on selvitetty mittauskiertoja ja niiden tieluokittaisia, alueellisia ja ajallisia eroja sekä tutkittu PMSpro-järjestelmässä olevien kuntoennustemallien ennustetarkkuutta eripituisilla ennustejaksoilla.

Työn tuloksena on saatu yhteenveto viimeisten 7 vuoden aikana kertyneistä mittaussuoritteista ja mittauskiirroista sekä selvitetty mittauskiertojen vaikutusta tulostavoitteiden mittaus ja arviointitarkkuuteen. Työssä on myös listattu mahdollisia syitä tulostavoitteen asettamisen ja mittaamisen epätarkkuuteen ja esitetty niihin liittyviä parantamiskohteita.

Työtä on ohjannut projektiryhmä, johon ovat kuuluneet DI Juho Meriläinen ja FM Vesa Männistö Tiehallinnosta. Työ on suoritettu Destia Oy:n Solutions yksikössä ja sen projektipäällikkönä on ollut DI Pertti Virtala ja asiantuntijana DI Arto Kuskelin.

Helsinki, syyskuu 2009

Tiehallinto
Asiantuntijapalvelut

Sisältö

TIIVISTELMÄ	3
SUMMARY	6
ESIPUHE	7
I PALVELUTASOMITTAUSTEN MITTAUSOHJELMIEN KEHITTÄMINEN	13
1 TAUSTA	13
1.1 Palvelutasomittaukset ylläpidon toiminnansuunnittelussa	13
1.2 Tulohajauksen vuosikello ja sen tietotarve	14
2 TAVOITE	16
2.1 Tiepiirien mittausohjelmien laadinta	16
2.2 Mittauskiertojen kehittäminen	17
2.3 Rajaukset	19
3 MITTAUSTEN EDUSTAVUUS	19
3.1 Mittauspolitiikka	19
3.2 Edustavuuden tarkastelukehikko	20
3.2.1 Tiestön ajorata-suunta-kaistakoodit	21
3.2.2 Tiestön kokonaispituus	22
3.3 Mittausten määrät	23
3.4 Mittaustiedon edustavuudet 2008	25
3.4.1 Edustavuus ylläpitoluokittain	25
3.4.2 Edustavuus mittauskausittain	28
3.4.3 Edustavuus mittaussuunnittain	29
3.5 Ajallinen edustavuus tiepiireittäin 2003-2008	30
3.5.1 Mittauskausittainen edustavuus	30
3.5.2 Ylläpitoluokittainen edustavuus	33
3.5.3 Tieluokittainen edustavuus	34
4 ENNUSTEMALLIEN TARKKUUS	37
4.1 Uraennusteen tarkkuus	37
4.1.1 Ennustemalli	37
4.1.2 Kuntoluokkatarkastelu	38
4.1.3 Jakaumatarkastelu	41
4.2 IRI-ennusteen tarkkuus	44
4.2.1 Ennustemalli	44
4.2.2 Kuntoluokkatarkastelu	46
4.2.3 Jakaumatarkastelu	50

5	TOIMENPITEIDEN VAIKUTUSMALLIEN TARKKUUS	53
5.1	Toimenpiteen vaikutus URAaan	53
5.1.1	Vaikutusmalli	53
5.1.2	Kuntoluokkatarkastelu	53
5.1.3	Jakaumatarkastelu	56
5.2	TP-vaikutus IRI:iin	59
5.2.1	Vaikutusmalli	59
5.2.2	Kuntoluokkatarkastelu	59
5.2.3	Jakaumatarkastelu	60
6	HUONOKUNTOISTEN TEIDEN ENNUSTETARKKUUS	64
6.1	Uraltaan huonokuntoiset	64
6.1.1	Ennusteen aikajakson vaikutus tarkkuuteen	64
6.1.2	Huonokuntoisten teiden ennustetarkkuus	65
6.1.3	Esimerkki mittauspolitiikan vaikutuksesta kohteiden ajoitukseen	67
6.2	Epätasaisuudeltaan huonokuntoiset tiet	71
6.2.1	Ennusteen aikajakson vaikutus tarkkuuteen	71
6.2.2	Huonokuntoisten teiden ennustetarkkuus	72
7	TULOSTAVOITTEEN TARKKUUS	74
7.1	Lähtötilanteen tarkkuus	74
7.2	Kevätilanteen tarkkuus	75
7.3	Elokuun väliraportointi	76
7.4	Lopputilanteen tarkkuus	76
8	SUOSITUKSET	77
8.1	TP-kirjauskäytännön parantaminen	77
8.2	Mittauskierron kehittäminen	78
8.2.1	Mittausten edustavuuden vaihtelun stabilointi	78
8.2.2	Mittausten kohdentamisen parantaminen	79
8.2.3	Ennustejaksojen lyhentäminen	81
8.2.4	Toisen mittaus suunnan huomioiminen	82
8.2.5	Kuntomittausurakoiden sisällön laajentaminen	82
8.3	Ennustetarkkuuksien parantaminen	83
8.4	TP-vaikutusmallien parantaminen	83
8.5	Tulostavoitteen parantaminen	84
9	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	85
10	LÄHDEVIITTEET JA KIRJALLISUUS	87
11	TIETOAINISTOT	87
12	LIITTEET	87

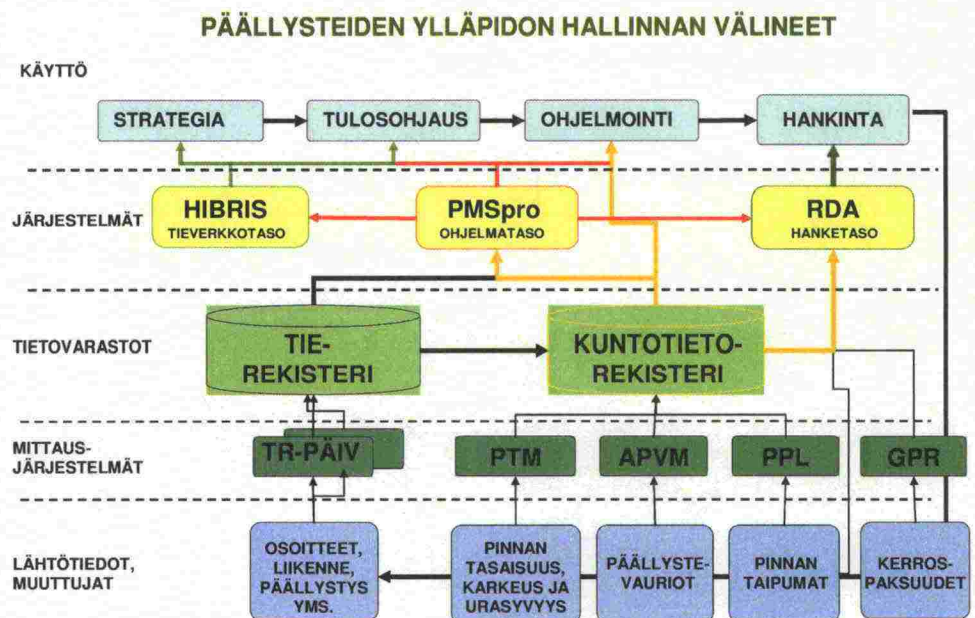
LIITE 1 URAENNUSTEEN TOIMIVUUS YLLÄPITOLUOKITTAIN	88
LIITE 2. IRI-ENNUSTEEN TOIMIVUUS YLLÄPITOLUOKITTAIN.	89
LIITE 3. URAENNUSTEIDEN TOIMIVUUS HUONOKUNTOISTEN JA EI-HUONOKUNTOISTEN EROTELUSSA.	90
LIITE 4. IRI-ENNUSTEEN TOIMIVUUS HUONOKUNTOISTEN JA EI-HUONOKUNTOISTEN EROTELUSSA	92
LIITE 5. URA-TIEDON IKÄ VUONNA 2008	93
LIITE 6. IRI-TIEDON IKÄ VUONNA 2008	94

I PALVELUTASOMITTAUSTEN MITTAUSOHJELMIEN KEHITTÄMINEN

1 TAUSTA

1.1 Palvelutasomittaukset ylläpidon toiminnansuunnittelussa

Tieverkon ylläpidon toiminnansuunnittelua tehdään monella eri tasolla ja kulakin niistä keskeisimpänä tietopohjana ovat tierekisterin mukainen tieverkotieto ja siihen liitetyt kuntomittaukset. Päälysteiden toiminnansuunnittelun keskeisin kuntotieto on ollut kautta aikojen palvelutasomittauksilla tuotettu ura- ja tasaisuustieto (IRI-tieto). Myös pintavaurio- ja kantavuustieto ovat olleet mukana, mutta niissä on tällä hetkellä niin voimakkaita kehitystarpeita, että niiden käyttö on väliaikaisesti vähempää. Tiedon ajantasaisuus- ja tarkkuusvaatimukset vaihtelevat riippuen käyttötilanteesta. Mittausstrategiaa olisi sikin valmisteltava huomioimalla kaikki käyttötilanteet riittävän laajasti.



Kuva 1. Päälysteiden ylläpidon toiminnansuunnittelun käyttötilanteet ja hallinnan välineet. (Huom. kuva ei ole välttämättä ajan tasalla, mutta havainnollistaa silti käytötarpeita ja tiedonjalostusketjuja).

Hankinnan tietotarpeet ovat tarkempia kuin suunnittelun tietotarpeet ja siksi hankintaa varten tehtävien mittauksen mittausstrategia määräytyy yleensä erikseen hankintakokonaisuuksien mukaan ja on osa tarjouskilpailun lähteaineistöä.

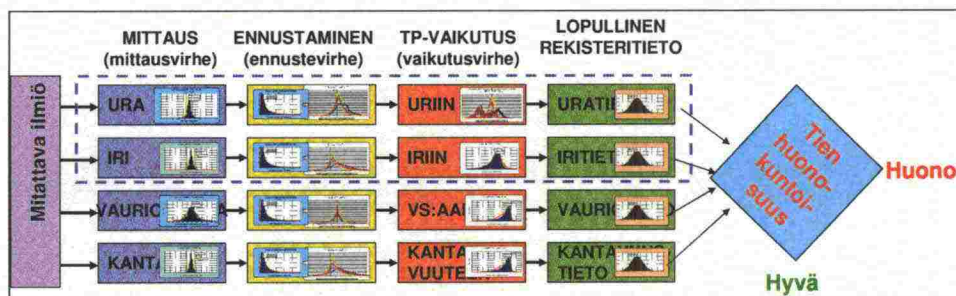
Suunnittelun tietotarpeita pidetään vähäisempinä, mutta samalla on kuitenkin hyvä huomioida se, että siinä vaiheessa tehdään kuitenkin pitkälle vaikuttavia päätöksiä, joilla on kustannuksiin merkittävä vaikutus. Strategisella tasolla päätetään pitkän aikavälin linjauksista ja perustellaan tarpeita, joiden

varassa kaikki myöhempi toiminta tapahtuu. Pääasialliset tietotarpeet koskevat tieverkon kuntotilan tuntemista sekä sen suhdetta käyttäjille koituviin hyötyihin ja haittoihin.

Tulosohjaus on varsinainen vuosittain toistuva toiminnansuunnittelun vaihe, joka määrää melko pitkälle sen minkä verran resursseja tieverkon ylläpitoon on käytettävissä ja minkälaisia tavoitteita niillä on saatava aikaan. Tavoitteet koskevat pääasiassa tieverkon kuntoa ja sen kehittymistä. Tulostavoitteilla voidaan ohjata myös käytettävää rahamäärää tai vuosityöohjelmien sisältöä. Keskeisimmät vaatimukset tulosohjauksen toimivuudelle on tulostavoitteen määrittäminen ja lopullisen tuloksen mittaaminen.

Ohjelmointivaiheessa kuntotiedolla määritetään kohteiden ajoitus ja rankkuus. Tämä asettaa tiedolle tietyt tarkkuusvaatimukset, koska virheellinen ajoitus tai rankkuus on ylläpitoprosessille merkittävä lisäkustannus. Ohjelmointivaiheen laatupuutekustannuksia ja erityisesti kuntotiedon eri jalostusketjun osuutta niissä on selvitetty karkeasti vuonna 2004. (Virtala 2004, *Päällysteiden kuntotiedon asiakasspesifikaatiot, julkaisematon työraportti*).

Kuntotieto sisältää monia virhelähteitä, joita on havainnollistettu kuvassa 2. Jopa kunnan mittaamiseen liittyy virhettä. Virhe kuitenkin kasvaa siitä kun vanhentuneita mittaustuloksia päivitetään ajan tasalle ennustemalleilla. Ennustemalleja on kahdenlaisia, pelkkä kuntotilan ennustaminen vuosikulumisen takia tai ylläpitotoimenpiteen vaikutuksen ennustaminen. Toiminnansuunnitteluprosessin onnistumisen ja parantamisen kannalta on tärkeää tietää, mistä syystä ja miten suuria virheitä sen eri osissa syntyy. Tässä työssä käsitellään päällysteiden ura- ja iri-tietoja ja niiden ennustamiseen liittyviä virheitä.



Kuva 2. Kuntotiedon jalostusketjun virhelähdeasetelma ja laatukustannusten laskentakehikko (Virtala 2004, *Päällysteiden kuntotiedon asiakasspesifikaatiot*).

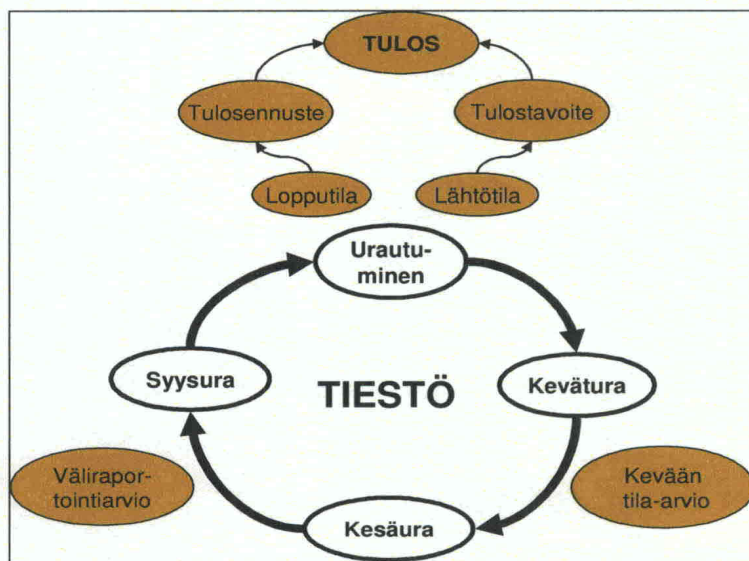
1.2 Tulosohjauksen vuosikello ja sen tietotarve

Tulosohjaus on toiminnansuunnittelun osa, joka noudattaa tiettyä säännöllistä vuosirytmää. Tulosohjaukselle on ominaista, että saman vuoden aikana on käynnissä useaa eri vuotta koskevaa toiminnansuunnittelua. Tulevan vuoden ohjauksen suunnittelua aletaan suunnitella jo edellisen vuoden keväällä, jolloin valmistellaan alustavia kehyksiä ja tulostavoitteen rakennetta. Tulosohjauksen pääasiallinen kohde on kuitenkin kuluvan vuoden toiminnan ohjaus. Kuluvaa vuotta koskeva tulos on tulostavoitteen ja tulosennusteen välinen ero. Tulostavoite on se tila, johon toiminnalla tulee päästä kun lähde-

tään vuoden alun lähtötilasta. Tulosennuste on se tila, johon vuoden lopun tilan perusteella on päästy.

Toiminnansuunnittelussa käytettävät tietojärjestelmät päivitetään ns. vuodenvaihdepäivityksillä, missä ajetaan tietojärjestelmiin mm. uudet tiesoiteet, uusi liikennetieto, uudet nopeusrajoitukset ja edellisen vuoden toimenpiteet jne.. Tällä toimenpiteellä päivitetään edellisen vuoden lopputila seuraavan vuoden alkutilaksi.

Tulosohjauksessa toistuu toimintavuoden aikana tyypillisesti muutama väliarviointikohta, jolloin arvioidaan tulevaa vuotta koskeva lähtötilanteen kehittyminen (talven jälkeen) ja tiepiirien toimintasuunnitelmat (päälystysohjelmien volyymi), sekä tilanteen edistyminen ja uusien ohjauspäätösten tarve. Keväällä arvioidaan menneen talven tiestöä rappeuttava vaikutus sekä suunniteltujen päälystystoimien riittävyys. Syksyllä arvioidaan tulostavoitteen edistymistä ja tehdään jo ennuste vuoden lopun tilanteelle sekä annetaan ohjauspäätöksiä. Väliarportoinnin taajuus vaihtelee vuosittain ja voi olla välillä tiheämpää ja välillä harvempaa. Loppuraportoinnissa lyödään lukkoon aikaansaatu lopputila sekä mitataan tuloksen toteutuminen (vaikka tilanne on vasta ennuste).



Kuva 3. Päälysteiden ylläpidon tulosohjauksen kriittiset seurantapisteen (esimerkki urautumisen näkökulmasta).

Kevään tilannearvio on tulevan kesän päälystysohjelmoinnin perusta ja siinä yhteydessä yleensä päivitetään osa pääteiden kuntotiedoista kevätmittauksilla, jotta saadaan selville menneen talven urakehitys vilkkaimmilla teillä. Kevätmittausten suoritusajankohta on huhti-toukokuu. Mittausten tarkoitus on varmistaa, että oikeat kohteet saadaan päälystysohjelmiin.

Seuraava väliarviointi on viimeistään loppukesällä, jolloin arvioidaan menneen kehitystä huomioimalla sekä kesän aikana tehtyjä palvelutasomittauksia (lähinnä IRI) että päälystysohjelman vaikutusta. Kesän mittauksilla päivitetään yli 3 vuotta vanhaa mittaustietoa ja siitä syystä epätarkkoja kuntoennus-

teita. Väliarviointin kannalta on tärkeätä, että saataisiin mahdollisimman kattava osa mittauksista tietojärjestelmiin ennen arviointiajankohtaa.

Tuloksen saavuttamiseksi saatetaan joutua tekemään syksyllä vielä lisäpäälystysohjelma, millä paikataan joko päälystevaurioita tai uria. Tällöin usein myös mitataan niiden vaikutus syksyn mittauksilla.

Päälystetyn tieverkon fyysinen kehitys ajoittuu lähinnä syksyn ja kevään väliselle ajalle ja tienpitäjän toimet ajoittuvat vastaavasti kevään ja syksyn väliselle ajalle. Vuoden alun ja vuoden lopun tilat eivät tarkoita fyysisellä tieverkolla kyseisen ajankohdan tilaa vaan vuoden alun tilalla tarkoitetaan edellisen syksyn tilaa (ennen talvea) ja vuoden lopun tilalla tarkoitetaan sen vuoden syksyn tilaa. Vuoden alun tilan arviointi sisältää siten sen virhelähteen, mikä tulee talven kehityksen arvioinnista. Tienpitäjän tulee siis ennustaa vuoden alun tilanteen päälle kuluvan talven aikainen kehitys. Tällöin tulostavoitteen saavuttaminen edellyttää sekä varsinaisen tulosmuutoksen aikaansaamista että talven aikaisen kehityksen eliminoimista tieverkolla. Tulostavoitetta suunniteltaessa tämä otetaan huomioon.

2 TAVOITE

Palvelutasomittaukset ohjelmoidaan kunakin vuonna etukäteen aiemmin sovitujen mittausperiaatteiden mukaan. Mittausten ohjelmoinnissa ollaan siirtymässä käytäntöön, missä toimittaja laatii alustavat ohjelmat. Tässä työssä laaditaan mittausohjelmat aiempia periaatteita noudattaen, mutta samalla tarkastellaan mittauskiertojen vaikutuksia kuntotiedon laatuun.

Työ on jaettu toteutettavaksi kaksivaiheisena. Ensimmäinen vaihe on tuottaa kuluvaan vuoden kaikki mittausohjelmat ja hyväksyttää ne tilaajalla. Tämä osuus kuvataan kohdassa 2.1. Toinen vaihe on analysoida mittauskiertoja menneiltä vuosilta sekä muodostaa malli mittauskiertojen ja tulosohjauksen mittauksen välille ja analysoida sillä mikä vaikutus mittauskiertoilla on tuloksen mittaamisen tarkkuuteen ja mitä puutteita ja suosituksia siitä on löydettävissä. Tämä osio kuvataan kappaleissa 2.2.

2.1 Tiepiirien mittausohjelmien laadinta

Tiepiirien mittausohjelmat laaditaan pääosin samoilla perusteilla kuin aikaisempinakin vuosina. Lähtökohtana käytetään aikaisempien vuosien laadintaperusteita, joita täsmennetään tiepiireistä saaduilla lisäperusteilla. Mittausohjelmat tuotetaan ennen mittausten aloittamista ja hyväksytetään tiepiireissä.

Mittausohjelmat laaditaan mittauskausittain:

- kevätmittausten ohjelma
- kesämittausten ohjelma
- syksymittausten ohjelma

Mittausohjelmien laadinnassa on kolme keskeistä osavaihetta:

- laadintaperusteiden tarkistaminen
- ohjelmien laadinta (PMSpro-RoadLab)
- ohjelmien hyväksyttäminen tiepiireittäin

Tämän vaiheen tuloksena saadaan mittausohjelmat erikseen kevään, kesän ja syksyn mittauksille sisältäen myös havaintoteiden mittaukset. Mittauskiertojen peruseräajat ovat tässä vaiheessa vielä samat kuin aiempina vuosina.

2.2 Mittauskiertojen kehittäminen

Tämän osion pohjaksi analysoidaan toteutuneet mittauskierrat aikavälillä 2003-2008. Mittauskiertojen analysointi tehdään tiepiiri ja osaverkkotarkkuudella. Analysoinnin tarkoituksena on selvittää millä tasolla eri osaverkkojen mittauksen edustavuudet ovat olleet ja miten suuria vaihteluja niissä on ollut alueellisesti tai ajallisesti.

Mittauskierron ja tuloksenmittauksen välisen yhteyden selvittämiseksi tarkastellaan mittauskiertoja, ennustepituuksia (=aika, joka on kulunut viimeisestä mittauksesta) ja ennustevirhettä sekä arvioidaan miten ne heijastuvat tulostavoitteen arviointeihin. Saatua tietoa tuetaan eri osille tehtyjen virhesimulointien avulla.

Tulostavoitteen toteutumisen arviointitarkkuus riippuu siitä miten hyvin sekä sen lähtötila että sen lopputila ovat määritettävissä. Tulostavoitteen toteutumisessa on kolme keskeistä arviointiajankohtaa, jotka ovat lähtötila vuoden alussa, kevään tilanne ennen päällystysohjelmia sekä syksyn tilanne kun päällystysohjelmat on toteutettu.

Kunkin ajankohdan tilannearvion tarkkuus riippuu kuntotiedon tarkkuudesta, joka puolestaan riippuu sekä mittauksen määrästä että ennusteiden tarkkuudesta.

Tulostavoitteen toteutumisen tarkkuutta voidaan arvioida ohessa esitetyn mallin avulla riskianalyysillä. Mallin taustalla on fyysisen tieverkon käyttäytyminen vuoden aikana ja se mallinnetaan kuntomuuttuja ja osaverkko kerrallaan. Tulostavoitteen kannalta tämän fyysisen tieverkon kuntotilasta tehdään tilannearvioita vuoden alussa, keväällä ja vuoden lopussa. Se miten tarkkoja kyseiset tilannearviot ovat, riippuvat mittauksen ja ennusteiden määristä ja tarkkuuksista. Mittauksen tarkkuus on parempaa kuin ennusteiden tarkkuus ja sitä kautta mittauskiertojen muuttaminen vaikuttaa tieverkon kunnan arviointitarkkuuteen. Tieverkko joudutaan erittelemään lisäksi nopeusrajoitusalueisiin, koska huonokuntoisuuden raja-arvot riippuvat niistä.

MITTAUSTEN EDUSTAVUUS

Taulukko 1. Esimerkki Tiehallinnon tulosohjauksen tavoiteasetannasta. Vuoden alun lähtötila esitetään tiepiireittäin ylläpitoryhmittäin. Tulostavoite ohjaa mihin suuntaan kyseinen vuoden alun lähtötila pitää vuoden lopussa päätyä. Kuntomuutos on tavoitteen ja vuosikulumisen summa.

Tulossopimusten 2009 yhteenveto
Kilometrit sisäisen tavoitteen kilometrejä
LVM:n tavoite

Vesa Männistö
28.1.2009

PIIRI	Päällysteet				Tulossopimusmuutos 2009 %			Ennuste 2009 lopussa (km)				sisäisen tav. muutos		ulkoisen tav. muutos	
	YP1	YP2	YP3	Yhteensä	YP1	YP2	YP3	YP1	YP2	YP3	Yht	08-09 (kilometriä)	07-08 (kilometriä)	08-09 (kilometriä)	07-08 (kilometriä)
U	68	39	14	121	0 %	3 %	5 %	68	40	15	123	2	-8	3	-9
T	162	169	129	460	0 %	3 %	5 %	162	174	135	472	12	61	18	91
KaS	36	72	52	160	0 %	3 %	5 %	36	74	55	165	5	3	7	12
H	142	107	126	375	0 %	3 %	5 %	142	110	132	385	10	84	15	117
S-K	54	115	143	312	0 %	3 %	5 %	54	118	150	323	11	-7	17	10
KeS	35	49	43	127	-4 %	-1 %	2 %	34	49	44	126	-1	-5	-2	-54
V	28	85	72	185	0 %	3 %	5 %	28	88	76	191	6	-4	10	-12
O	61	81	154	296	25 %	15 %	4 %	76	93	160	330	34	26	53	77
L	92	64	88	244	0 %	3 %	5 %	92	66	92	250	6	-18	10	-13
Yhteensä	678	781	821	2280	2 %	4 %	5 %	692	812	859	2363	83	132	130	219

Taulukko 2. Tulostavoitteen pisteytys.

Kuntotavoitteen 2009 vaatimukset ja pisteytys
Vesa Männistö

LOPULLINEN VERSIO

31.10.2008

YP-luokkaryhmä	Tavoite kohdistuu	minimitavoite	tavoite	perus-	vaihtoehdot	
Päällysteiden pintakunto, YP-luokka 1	Kuntoluokissa 1 ja 2 olevien päällysteiden pituus (ura ja tas) (km) (*)		Pysyy ennallaan	1	pysyy ennallaan	1
					vähenee >= 1 %	1.1
					vähenee >= 2 %	1.2
					vähenee >= 3 %	1.3
					vähenee >= 4 %	1.4
Päällysteiden pintakunto, YP-luokka 2	Kuntoluokissa 1 ja 2 olevien päällysteiden pituus (ura ja tas) (km)	kasvaa korkeintaan 7 %	Kasvaa korkeintaan 3 %	0.5	kasvaa <= 5 %	0.3
					kasvaa <= 4 %	0.4
					kasvaa <= 3 %	0.5
					kasvaa <= 1 %	0.6
					vähenee >= 1 %	0.8
Päällysteiden pintakunto, YP-luokka 3	Kuntoluokissa 1 ja 2 olevien päällysteiden pituus (tas) (km)	kasvaa korkeintaan 8 %	Kasvaa korkeintaan 5 %	0.3	kasvaa <= 5 %	0.3
					kasvaa <= 2 %	0.4
					vähenee >= 1 %	0.5

2.3 Rajaukset

Vuoden 2009 mittausohjelmat tehdään aiempia käytäntöjä noudattaen ja ohjelmien tarkistusperiaatteet saadaan tiepiireiltä. Mittausohjelmat hyväksytään tiepiireillä.

Mittauskiertoja ja kuntotiedon tarkkuuden vaikutuksia analysoidaan vain tulosohjauksen näkökulmasta. Tulosohjausta ja mittauksia käsitellään vain palvelutasomittausten (ura ja tasaisuus) osalta.

3 MITTAUSTEN EDUSTAVUUS

3.1 Mittauspolitiikka

Ohjeistettu mittauspolitiikka on ollut sellainen, että

- keväisin mitataan päätiet ja liikennemäärältään KVL>1500 ajon/vrk tiet. Pääteitä ovat valta- ja kantatiet.
- lisäksi mitataan tarvittaessa toimenpideohjelman kohdentamiseen liittyviä urapaikkauskohteita
- kesäisin on mitattu lähinnä kolme vuotta vanhoja mittauskohteita

- syksyisin on mitattu toimenpidekohteita ja muita lisäkohteita piirin harkinnan mukaan

Kevätmittausten määrä on perinteisesti ollut noin 5000 km eikä kaikkia pääteitä ole mitattu vaan niistä on seulottu mitattavat kohteet lähinnä liikennemäärien perusteella. Joissakin piireissä on mitattu vain kestopäällystetiet.

Kolmen vuoden kiertoa on sovellettu siten, että pääosin tiet mitataan kolmen vuoden kierrolla, mutta yksittäisiä hajanaisia kohteita ei ole välttämättä mitattu.

Mittausten ohjelmointiperusteet ovat pääosin mittauspolitiikan mukaisia, mutta ne ovat jonkun verran vaihdelleet tiepiiristä riippuen.

3.2 Edustavuuden tarkastelukehikko

Mittausten edustavuutta voidaan tarkastella useista näkökulmista, Tämän työn kannalta merkittäviä ovat fyysinen tieverkon kaistapituus, tulosohjauksessa käytettävä tulostavoitteen rakenne ja tien huonokuntoisuuden määräytymiskehikko.

Tieverkon fyysinen kaistapituus-käsite on tärkeä siinä mielessä, että se määrittää fyysisen olemassa ja mitattavissa olevan kaistapituuden määrän. Tieverkon kaistapituus-käsitettä ei ole käytetty toiminnansuunnittelussa kovin paljoa ja sen käyttö rajoittuu 2-ajorataisten teiden ylläpitoon tai pitkäkestoiisiin ylläpitourakoihin, joissa ylläpidolla on hallittava kaikkien kaistojen kunto. Kaistapituutena päällystetyn tieverkon kokonaispituus on lähes kaksinkertainen perinteiseen tieverkkopituuteen nähden. Kaistapituuslaskennan ajorata-suunta-kaista-koodit on selitetty tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

- Tieverkon fyysisen olemassaolon kannalta mittausten edustavuutta tulisi tarkastella kaistatasolla.

Tulostavoitteen rakenne on toinen keskeinen näkökulma kun tarkastellaan mittauskiertoja ja sen riittävyttä. Päällysteiden tulosohjauksessa tulostavoite on rakentunut aiemmin liikennemääräluokan perusteella, mutta viime vuonna on siirrytty uuteen ylläpitoluokkapohjaiseen tavoitteeseen. Tulostavoitteessa käsitellään huonokuntoisten teiden määriä, missä huonokuntoisuus huomioidaan urien ja epätasaisuuden, mutta tulevaisuudessa ehkä myös vaurioituneisuuden, perusteella. Tulosohjauksessa ohjataan tulosityksiköiden toimintaa ja siksi sen toinen ulottuvuus on tiepiiri. Koska tässä työssä tarkastellaan mittauskierron vaikutusta tulostavoitteen mittaustarkkuuteen, on sen takia tulostavoitteen rakenne otettava tarkasteluihin mukaan.

- Tulosohjauksen kannalta edustavuutta tulisi tarkastella piiriylläpitoluokka-tasolla.
- Ylläpitoluokka on tietojärjestelmissä numerona 1-7. Ylläpitoluokasta käytetään myös koodeja Y1a, Y1b, Y1c, Y2a, Y2b, Y3a ja Y3b tai niitä ryhmitellään ryppäisiin Y1, Y2 ja Y3. Esitystavat vaihtelevat eri kohteissa.

Tieverkon kuntokäyttäytymistä hallitaan kuntomuuttujittain mittaamalla ja enustamalla kuntoa ja vertaamalla saatua tietoa raja-arvoihin, joilla kunto luo-

kitellaan eri kuntoluokkiin. Tieverkon kunnon nykytilan ja kuntokäyttämisen esittämisessä käytetään käsitettä huonokuntoisuus. Tien huonokuntoisuus määräytyy viisiportaisessa kuntoluokituksessa kuntoluokkien 2 ja 3 välisten raja-arvojen perusteella. Nämä raja-arvot puolestaan määräytyvät tien liikennemääräluokan ja nopeusrajoitusluokan perusteella seuraavan taulukon mukaisessa kehikossa.

Taulukko 3. Tien huonokuntoisuuden raja-arvojen määräytymiskehikko. (Huonokuntoisuuden raja-arvot on esitetty omassa raportissaan Tieomaisuuden yhtenäinen kuntoluokitus. Tiehallinnon selvityksiä 57/2005).

Huonokuntoisuuden määräytymisen taustakehikko ja tiepituus (km)

Lähde: KURRE 1.1.2009, Yleistiedot

KVL-luokka	Nopeusrajoitusluokka				Yhteensä
	-60	70-80	100	120	
>6000	815	1828	2153	1855	6651
>1500	2521	3696	4752		10968
>350	5260	11355	3735		20351
<350	2903	12937	515		16355
Yhteensä	11500	29816	11155	1855	54326

Huonokuntoisuuden määrää ja kehittymistä simuloitaessa on käytettävä huonokuntoisuuden raja-arvoja. Raja-arvojen käytön takia on huomioitava liikennemääräluokka-nopeusrajoitusluokka-kehikko.

- Tien kuntokäyttämisen kannalta edustavuutta tulisi tarkastella liikennemäärä-nopeusrajoitus-tasolla.

3.2.1 Tiestön ajorata-suunta-kaistakoodit

Tieosoitejärjestelmässä tiet osoitteistetaan tieosan yksilöivien tienumerotietojen (tie, tieosa) ja kaistan yksilöivien kaistakoodien (ajorata, suunta, kaista) avulla. Ajorata- ja suuntakoodit saavat arvoja 0,1 tai 2. Kaistakoodit saavat arvoja 1-4.

- Ajoratakoodit ovat seuraava:

0 = 1-ajoratainen,
1 = 2-ajorataisen ensimmäinen ajorata ja
2 = 2-ajorataisen toinen ajorata.

- Suuntakoodit ovat seuraavat:

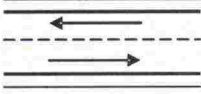
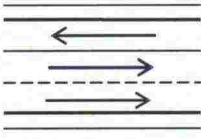
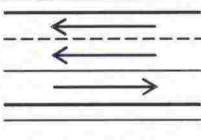
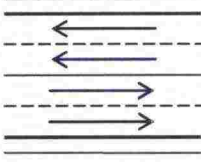
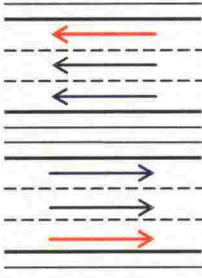
0 = molemmat suunnat samassa,
1 = tierekisterin suunta ja
2 = tierekisterin vastainen suunta.

- Kaistakoodit ovat seuraavat:

1 = pääkaista,
2 = ohituskaista,

3 = kolmas kaista (joka voi olla bussikaista),
4 = neljäs kaista.

1-ajorataisilla teillä on tierekisterissä aina joka paikassa oletusarvoisesti suunta 0 ja kaista 1, mikä tarkoittaa ajoradan 0 molempien suuntien pääkaisytoja. 2-ajorataisilla teillä on puolestaan aina ajoradalla 1 suunta 1 ja kaistat 1 ja 2 sekä vastaavasti ajoradalla 2 suunta 2 ja kaistat 1 ja 2.

	Ajorata	Suunta	Kaista	Mittaussuunta
	0	0	1	2
	0	0	1	1
{ 	0	0	1	2
	0	0	2	1
	0	0	1	1
{ 	0	0	1	2
	0	0	2	2
	0	0	1	1
{ 	0	0	1	2
	0	0	2	2
	0	0	2	1
	0	0	1	1
{ 	2	2	3	2
	2	2	1	2
	2	2	2	2
	1	1	2	1
	1	1	1	1
	1	1	3	1

Kuva 5. Tieosoitejärjestelmän ajorata-, suunta- ja kaistakoodit sekä mittaussuunnat.

3.2.2 Tiestön kokonaispituus

Seuraavassa taulukossa on esitetty päällystetyn tiestön kokonaispituus Kuntorekisterin yleistietojen perusteella. Taulukon kokonaispituus on kuluvan vuoden alun tilanteessa 54 326 km, joka tiepituus jakaantuu kaistoille taulukon mukaisesti.

Kokonaispituuden määrittäminen on tehty seuraavaa päättelypolkua pitkin:

- 2-ajorataisten teiden 1-ajoradan kaistapituus on 2231 km, josta pää-osa on kaistoilta 1 ja 2.
- 2-ajorataisten teiden 2-ajoradan kaistapituus on 2253 km, joista pää-osa tulee kaistoilta 1 ja 2.
- 1-ajorataisten teiden 1-suunnan kaistapituus on 23km
- 1-ajorataisten teiden 2-suunnan kaistapituus on 18 km
- 1-ajorataisten teiden 0-suunnan pituus on 49800 km. Tämä pituus on osoitteistettu kaistalle 1.

Suuri osa ajoradan nolla tiepituudesta on leveydeltään niin suurta, että tien kunto ei tule hallittua yhdellä mittaussuunnalla vaan voidaan olettaa, että tie voidaan tai tulisi mitata molempiin suuntiin. Tällaista tiepituutta on tässä luokassa noin 45 000 km. Kun tämä pituus huomioidaan, niin päällystetyn tieverkon kokonaiskaistapituudeksi saadaan noin $54\,000 + 45\,000 = 99\,000$ kaista-km.

Taulukko 4. Olemassa olevan tiestön kaistojen kokonaispituus (kaista-km) ajoradoittain, suunnittain, kaistoittain ja piireittäin. Toiminnansuunnittelussa käytettävä pituus on 54 326 km, mutta todellinen kaistapituus on noin 45000 kaista-km suurempi.

Tiepituus 1.1.2009 ajoradoittain, suunnittain ja kaistoittain eri piireissä. (Lähde: KURRE yleistiedot 1.1.2009)

Ajorata	Suunta	Kaista	U	T	KaS	H	SK	KeS	V	O	L	Yhteensä
0	0 Yhteensä		3507	5834	5334	6296	5710	2876	5996	8213	6076	49842
	0	*)	3501	5834	5334	6277	5710	2864	5996	8210	6074	49800
	0	1	3501	5834	5334	6277	5710	2864	5996	8210	6074	49800
	01 Yhteensä		4	0	0	11	0	6	0	1	1	23
	1	1	2	0	0	6	0	4	0	1	1	14
	1	2	2	0	0	5	0	2	0	0	0	9
	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	02 Yhteensä		2	0	0	8	0	6	0	2	1	18
	2	1	2	0	0	6	0	4	0	1	1	13
	2	2	0	0	0	2	0	2	0	1	0	5
	11 Yhteensä		806	293	110	611	161	52	33	100	66	2231
	1	1	383	146	57	305	82	26	17	50	34	1100
1	1	2	383	146	53	299	78	26	17	50	31	1083
	1	3	36	0	0	8	0	0	0	0	0	43
	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	22 Yhteensä		823	293	112	611	163	52	33	100	67	2253
2	2	1	388	147	57	305	82	26	17	50	34	1105
	2	2	388	146	55	301	80	26	17	50	32	1095
	2	3	42	0	0	5	0	0	0	0	0	47
	2	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Yhteensä			5137	6419	5555	7518	6034	2980	6063	8413	6208	54326

*) Nolla ajoradan tiestöstä suurella osalla on toinen suunta, jonka huomiointi melkein kaksinkertaistaa pituuden

3.3 Mittausten määrät

Päällysteiden palvelutasomittausten kokonaismäärät tiepiireittäin vuosina 2003-2009 on esitetty seuraavassa taulukossa. Kokonaismäärä on aikavälillä 2003-2008 ollut keskimäärin 33600 km vuodessa, mutta näyttää laskevan kuluvan vuoden osalta alle 29000 km:n. Mittausmääriin sisältyvät kevät-, kesä- ja syksymittaukset ja osa niistä menee päällekkäin samoille tieosille.

Vaikka mittausten kokonaismäärä on ollut melko vakio, niin joidenkin tiepiirien osuudet ovat vaihdelleet jonkun verran. Eniten ovat laskeneet Turun ja Vaasan piirien mittausmäärät.

Ns. kaksoismittausten määrä on ollut keskimäärin 5100 km vuodessa (2003-2008). Eli vähintään kerran mitattujen teiden määrä on ollut keskimäärin

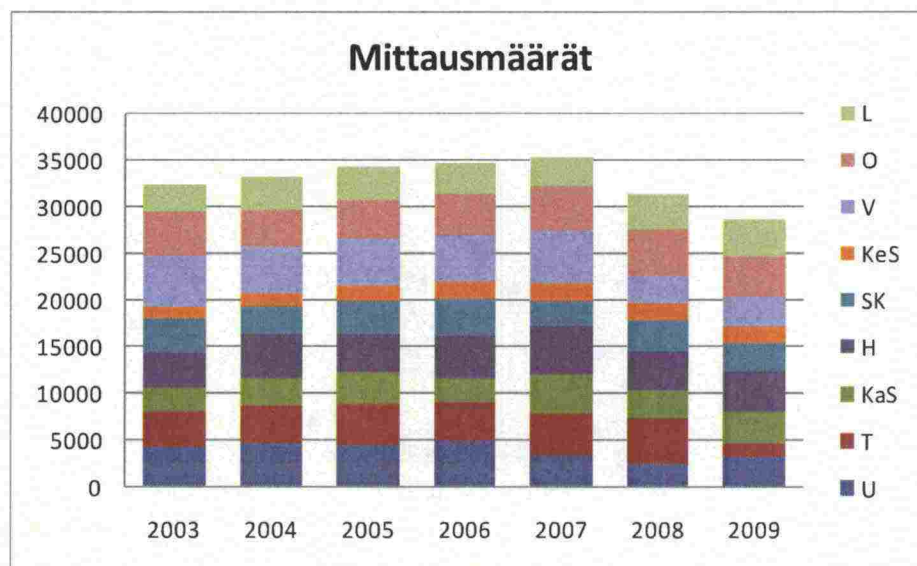
28500 km vuodessa. Vaasan mittausmäärät ovat vähentyneet juuri kaksoismittausten vähentyessä. Turun mittausmäärät ovat kaiken kaikkiaan vähentyneet selvästi.

Mittausmäärät on otettu kuntotietorekisteristä keväällä 2009. Eri taulukoissa esitettäviin lukuihin saattaa vaikuttaa jonkun verran se, miten hyvin mittauksille löytyy kulloinkin tarvittava yleistieto (toim-lk, YP-luokka, KVL-luokka, nopeusrajoitusluokka) ja tämä saattaa aiheuttaa pieniä eroavaisuuksia eri taulukon summatietoihin.

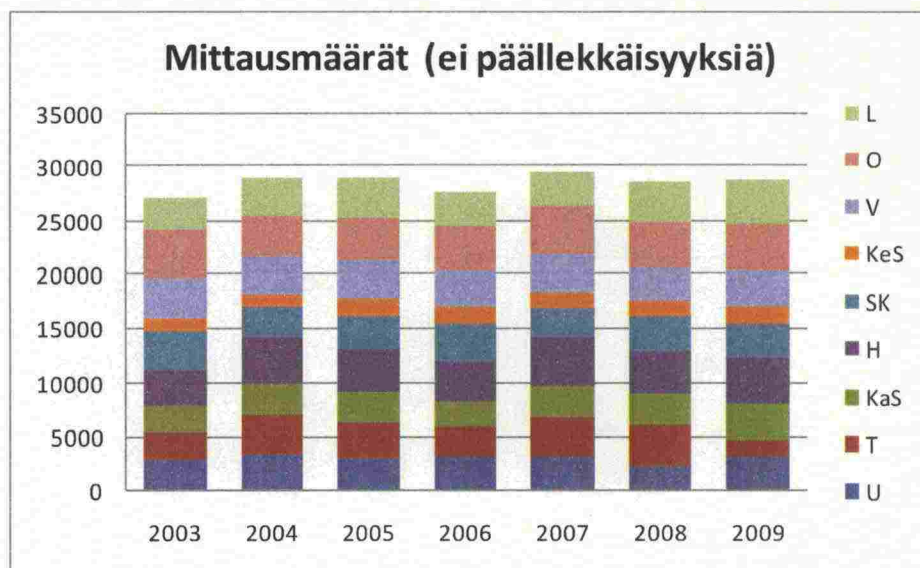
Taulukko 5. Palvelutasomittausten kokonaismäärät vuosina 2003-2008 (ennakkotieto vuodelta 2009).

Mittausten kokonaismäärät 2003-2008 (km) piireittäin (ennakkotieto 2009)

Piiri	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
U	4403	4737	4595	5023	3551	2441	3242
T	3760	4012	4455	4086	4372	5074	1512
KaS	2541	2846	3200	2604	4233	2900	3417
H	3752	4777	4190	4563	5096	4205	4231
SK	3580	2949	3528	3966	2811	3348	3083
KeS	1366	1534	1709	1757	1800	1892	1734
V	5457	5076	5014	5061	5715	2848	3192
O	4722	3793	4066	4365	4669	4948	4296
L	2914	3560	3538	3297	3178	3755	4028
Yhteensä	32495	33283	34295	34722	35425	31409	28736



Kuva 6. Palvelutasomittausten kokonaismäärät (km) vuosina 2003-2008 (ennakkotieto vuodelta 2009).



Kuva 7. Palvelutasomittausten määrät (km) vuosina 2003-2008 kun päällekkäismitaukset on poistettu (ennakkotieto vuodelta 2009).

Palvelutasomittausten kokonaismäärät ovat laskeneet 35000 km:n tasosta 29000 km:n tasolle. Suurin osa määrän laskusta johtuu kaksoismittausten vähentymisestä.

3.4 Mittaustiedon edustavuudet 2008

3.4.1 Edustavuus ylläpitoluokittain

Mittausten edustavuus on mitausten määrä jaettuna tieverkon kokonaispituudella. Mittauksia tarkastellaan enemmän edustavuuksina kuin km-määrinä, koska se yhteismitallistaa verkon eri osien mitaustilannetta. Tieverkon kokonaispituus lasketaan toiminnansuunnittelun pohjana olevan päällystetyn tiepituuden mukaan, joka summautuu koko maassa 54 326 km:iin. Kyseinen tiepituus sisältää 2-ajorataisten teiden mittauksia molempiin suuntiin sekä useilta kaistoilta. Suunta-kaista -koodituksen huomioiminen tekee edustavuustarkastelusta erittäin hankalan ja siihen ei tässä yhteydessä mennä.

Vuonna 2008 mitausten kokonaisedustavuus oli 58 %, mikä jakaantuu edellä olevan taulukon mukaisesti tiepiirien ja ylläpitoluokkien mukaan vaihdellen välillä 47-79 %. Edustavuuksien vertailua sekoittaa useilta kaistoilta, molempiin suuntiin tehty mitaukset ja useaan kertaan samana vuonna tehty mitaukset, joita on eri luokissa vaihtelevasti. Mittausten edustavuus on suurempi paremman ylläpitoluokan teillä ja alhaisempi huonomman ylläpitoluokan teillä.

Taulukko 6. Tiepituus ja mittausten edustavuus 2008 piireittäin ja ylläpitoluokittain. (Lähde: KURRE 1.1.2009 ja vuoden 2008 mittaukset. Edustavuustaulukon pohjavärit tulevat excellin muotoilutoiminnosta, joka on tarkoitettu helpottamaan suurten ja pienten lukujen hahmottamista. Väritys on aina taulukkokohtainen. Yhteensä sarakkeessa on eri väritysperuste kuin muilla sarakkeilla.)

Päällystepituudet (Lähde: KURRE Yleistiedot 1.1.2009)

Tiepiiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	1689	474	513	963	894	531	72	5137
T	630	808	768	1058	1747	1206	203	6419
KaS	692	603	463	1384	1050	1108	254	5555
H	1496	745	961	1346	1311	1246	413	7518
SK	556	527	699	1609	1215	1166	260	6034
KeS	406	400	451	778	376	404	165	2980
V	341	745	748	1529	1207	1207	286	6063
O	503	1264	647	1755	1635	2008	601	8413
L	257	633	1141	1092	1240	1144	701	6208
Yhteensä	6570	6199	6391	11514	10675	10019	2957	54326

PTM-mittaukset 2008 (Lähde: KURRE Yleistiedot 1.1.2009 ja 2008 mittaukset)

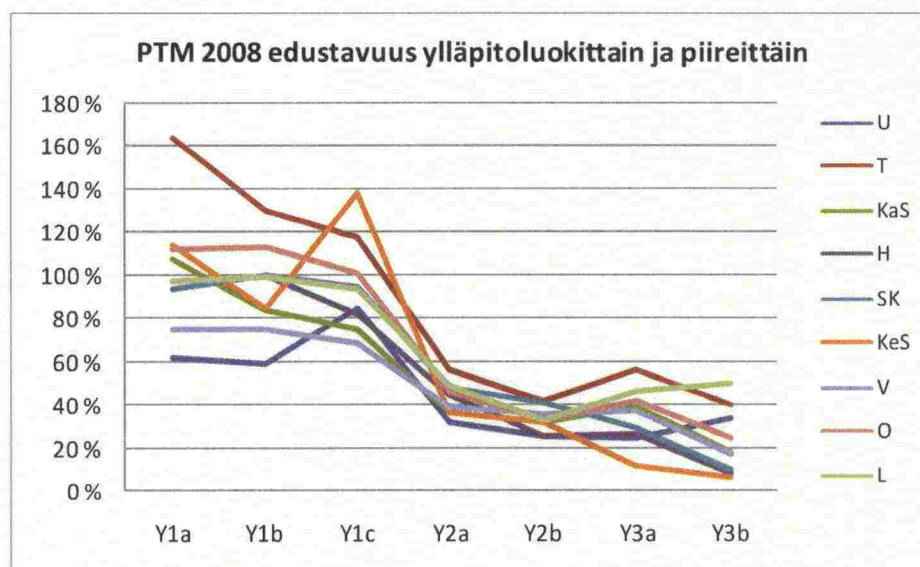
Tiepiiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	1046	281	433	304	223	129	24	2441
T	1028	1047	898	597	743	680	82	5074
KaS	743	507	347	498	330	428	46	2900
H	1390	742	781	595	333	331	33	4205
SK	524	528	662	771	499	339	25	3348
KeS	462	339	623	287	120	50	11	1892
V	254	552	511	598	431	451	51	2848
O	560	1422	648	813	523	837	146	4948
L	250	624	1068	533	403	525	351	3755
Yhteensä	6255	6042	5971	4997	3604	3771	770	31409

PTM-mittaukset 2008 (Lähde: KURRE Yleistiedot 1.1.2009 ja 2008 mittaukset)

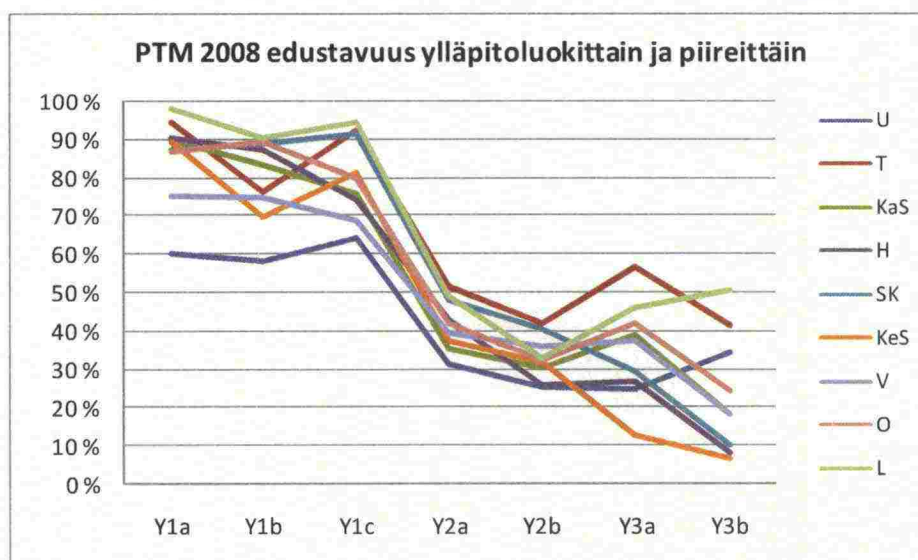
Tiepiiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	62 %	59 %	84 %	32 %	25 %	24 %	33 %	48 %
T	163 %	130 %	117 %	56 %	43 %	56 %	40 %	79 %
KaS	107 %	84 %	75 %	36 %	31 %	39 %	18 %	52 %
H	93 %	100 %	81 %	44 %	25 %	27 %	8 %	56 %
SK	94 %	100 %	95 %	48 %	41 %	29 %	10 %	55 %
KeS	114 %	85 %	138 %	37 %	32 %	12 %	7 %	64 %
V	74 %	74 %	68 %	39 %	36 %	37 %	18 %	47 %
O	111 %	113 %	100 %	46 %	32 %	42 %	24 %	59 %
L	97 %	99 %	94 %	49 %	32 %	46 %	50 %	60 %
Yhteensä	95 %	97 %	93 %	43 %	34 %	38 %	26 %	58 %

Ylläpitoluokittain tarkasteltuna edustavuus vaihtelee välillä 26-97%, mikä vaihtelee tiepiireittäin tarkasteltuna vielä sitäkin enemmän. Ylläpitoluokissa Y1 (Y1a-Y1c) edustavuuden taso on korkea, tosin näillä teillä on usein kaksi ajorataa ja useita kaistoja, jolloin edustavuutta on hankala tarkastella, ellei huomioi ajorata-suunta-kaista-koooditusta. Ylläpitoluokassa Y2 (Y2a ja Y2b) edustavuus on 30-40 % ja Ylläpitoluokassa Y3 (Y3a ja Y3b) 8-56 %.

Mittausten todellinen edustavuus on tässä esitettyä pienempi, kun huomioidaan useaan kertaan tehdyt mittaukset. Tämä käy ilmi seuraavien kahden kuvan vertailussa.



Kuva 8. Mittausten edustavuus ylläpitoluokittain ja tiepiireittäin vuonna 2008 **kun päällekkäisyyksiä on mukana**. Ylläpitoluokissa Y1a-Y1c edustavuus on keskimäärin 100 %, mutta vaihtelee paljon. Ylläpitoluokissa Y2 ja Y3 edustavuus laskee. Edustavuuden paras piiriyhtenäisyys on ylläpitoluokassa Y2, missä vaihteluväli on vain $\pm 10\%$. Yli 100 % edustavuudet tulevat siitä, että samoja teitä on mitattu molempiin suuntiin tai useilta kaistoilta tai useaan kertaan saman vuoden aikana. (Lähde: edellinen taulukko).



Kuva 9. Mittausten edustavuus ylläpitoluokittain ja tiepiireittäin vuonna 2008 **kun päällekkäisyyksiä ei ole mukana**. Ylläpitoluokissa Y1a-Y1c edustavuus on keskimäärin 80 %, mutta vaihtelee paljon. Ylläpitoluokissa Y2 ja Y3 edustavuus laskee. Edustavuuden paras piiriyhtenäisyys on ylläpitoluokassa Y2, missä vaihteluväli on vain $\pm 10\%$.

3.4.2 Edustavuus mittauskausittain

Mittausten edustavuus vaihtelee tieluokittain ja sen syynä on tiepiireissä harjoitettu erilainen mittauspolitiikka. Seuraavassa taulukossa on esitetty edustavuudet mittauskausittain; kevät-, kesä- ja syksymittauksissa.

Kevätmittaukset kohdistuvat pääsääntöisesti ylläpitoluokkien Y1a-Y1c-tiestölle. Kolme tiepiiriä erottuu mittauspolitiikan suhteen muista piireistä ja niissä kevätmittausten edustavuus on muita suurempi. Alempien ylläpitoluokkien tiestöä ei keväisin juurikaan mitata.

Kesämittauksia tehdään kaikissa ylläpitoluokissa, mutta Y1-luokan edustavuudet ovat muita korkeammat. Ns. kevätmittauspiirit näkyvät kesämittausten edustavuudessa muita matalammalla edustavuudella. Y2- ja Y3-luokissa kesämittausten edustavuudet ovat noin 35 %, mikä tulee mittauspolitiikan kolmen vuoden säännöstä.

Syksymittausten määrä on viime vuosina ollut laskussa ja vuonna 2008 niitä tehtiin vain kolmessa tiepiirissä, joista valtaosa Turussa.

Mittauskausittainen edustavuus on muuttunut viimeisten kahden vuoden aikana merkittävästi. Trendi on ollut sellainen, että mittausten suoritusajankoh- ta on aikaistunut eli kevätmittauksia on tullut lisää ja syksymittauksia vä- hemmän. Kevätmittausten määrä on lähes kaksinkertaistunut ja syksymitta- ukset ovat melkein loppuneet.

Taulukko 7. Vuoden 2008 mittauksen edustavuus mittauskausittain. (Taulukoiden väritys on peräisin excelin muotoilutoiminnosta ja se on taulukkokohtainen.)

Kevätmittauksen edustavuus 2008 (Lähde: KURRE 1.1.2009 ja kevätmittaukset 2008)

Tiepiiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	54 %	35 %	26 %	0 %	0 %	0 %	0 %	24 %
T	8 %	15 %	25 %	7 %	1 %	0 %	0 %	7 %
KaS	18 %	1 %	1 %	3 %	3 %	1 %	0 %	4 %
H	93 %	95 %	44 %	4 %	0 %	0 %	0 %	34 %
SK	9 %	13 %	4 %	0 %	1 %	0 %	0 %	3 %
KeS	29 %	2 %	38 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %
V	74 %	74 %	60 %	17 %	3 %	2 %	4 %	26 %
O	16 %	7 %	11 %	10 %	2 %	0 %	0 %	5 %
L	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Yhteensä	45 %	28 %	23 %	5 %	1 %	0 %	0 %	13 %

Kesämittauksen edustavuus 2008 (Lähde: KURRE 1.1.2009 ja kesämittaukset 2008)

Tiepiiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	7 %	24 %	58 %	31 %	25 %	24 %	33 %	24 %
T	70 %	46 %	66 %	44 %	41 %	56 %	40 %	51 %
KaS	90 %	83 %	74 %	33 %	29 %	38 %	18 %	48 %
H	0 %	5 %	37 %	40 %	25 %	27 %	8 %	22 %
SK	85 %	87 %	91 %	47 %	40 %	29 %	10 %	53 %
KeS	85 %	69 %	87 %	37 %	32 %	12 %	7 %	50 %
V	0 %	0 %	8 %	22 %	32 %	35 %	13 %	21 %
O	86 %	89 %	79 %	35 %	30 %	42 %	24 %	49 %
L	97 %	99 %	94 %	49 %	32 %	46 %	50 %	60 %
Yhteensä	41 %	57 %	65 %	37 %	32 %	37 %	26 %	42 %

Syksymittauksen edustavuus 2008 (Lähde: KURRE 1.1.2009 ja syksymittaukset 2008)

Tiepiiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
T	86 %	68 %	25 %	6 %	1 %	0 %	0 %	21 %
KaS	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
H	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
SK	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
KeS	0 %	14 %	14 %	0 %	0 %	0 %	0 %	4 %
V	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
O	9 %	17 %	10 %	1 %	0 %	0 %	0 %	4 %
L	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Yhteensä	9 %	13 %	5 %	1 %	0 %	0 %	0 %	3 %

3.4.3 Edustavuus mittaussuunnittain

Keskimääräinen edustavuus oli vuonna 2008 mittaussuunnassa 1 50 % ja mittaussuunnassa 2 vain 8 %. Kakkossuunnan mittauksia on tehty pääosin vain ylläpitoluokan Y1 tiestöllä.

Taulukko 8. Vuoden 2008 mittauksen edustavuus mittausuunnittain tiepiireittäin ja ylläpitoluokittain.

PTM-mittaukset 2008 (Lähde: KURRE Yleistiedot 1.1.2009 ja 2008 mittaukset) Suunta 1

Tiepiiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	34 %	58 %	84 %	32 %	25 %	24 %	33 %	38 %
T	107 %	125 %	114 %	55 %	39 %	53 %	32 %	71 %
KaS	82 %	30 %	26 %	36 %	31 %	39 %	18 %	39 %
H	56 %	84 %	74 %	42 %	25 %	27 %	8 %	46 %
SK	66 %	91 %	93 %	48 %	40 %	29 %	10 %	52 %
KeS	73 %	65 %	81 %	37 %	32 %	12 %	7 %	47 %
V	65 %	74 %	68 %	39 %	36 %	37 %	18 %	46 %
O	74 %	98 %	85 %	44 %	23 %	27 %	20 %	47 %
L	76 %	89 %	94 %	49 %	32 %	46 %	50 %	59 %
Yhteensä	62 %	84 %	83 %	43 %	32 %	34 %	25 %	50 %

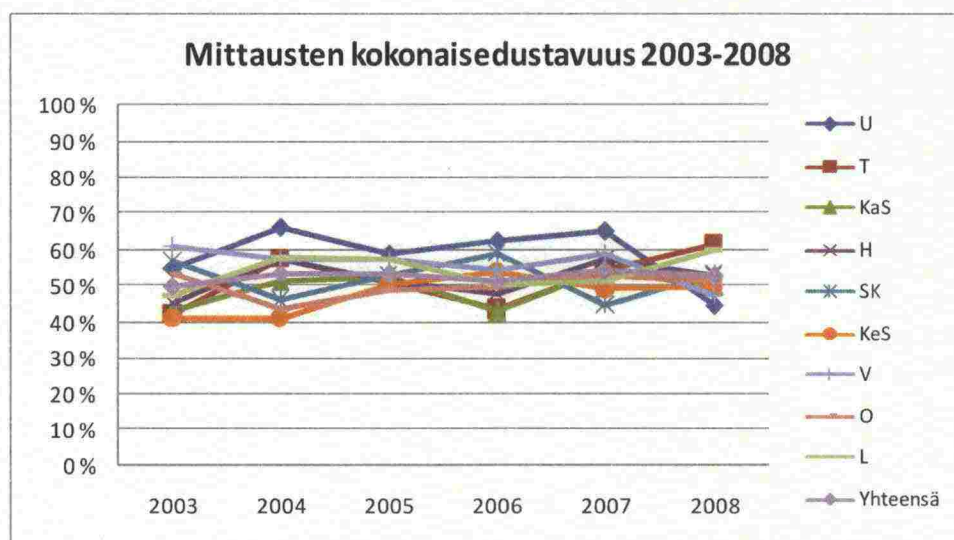
PTM-mittaukset 2008 (Lähde: KURRE Yleistiedot 1.1.2009 ja 2008 mittaukset) Suunta 2

Tiepiiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	28 %	2 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	9 %
T	56 %	5 %	3 %	1 %	3 %	3 %	8 %	8 %
KaS	25 %	54 %	49 %	0 %	0 %	0 %	0 %	13 %
H	37 %	16 %	7 %	2 %	0 %	0 %	0 %	10 %
SK	28 %	9 %	2 %	0 %	1 %	0 %	0 %	4 %
KeS	41 %	19 %	58 %	0 %	0 %	0 %	0 %	17 %
V	10 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	1 %
O	37 %	14 %	15 %	3 %	9 %	15 %	4 %	12 %
L	21 %	10 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %
Yhteensä	33 %	14 %	11 %	1 %	2 %	3 %	1 %	8 %

3.5 Ajallinen edustavuus tiepiireittäin 2003-2008

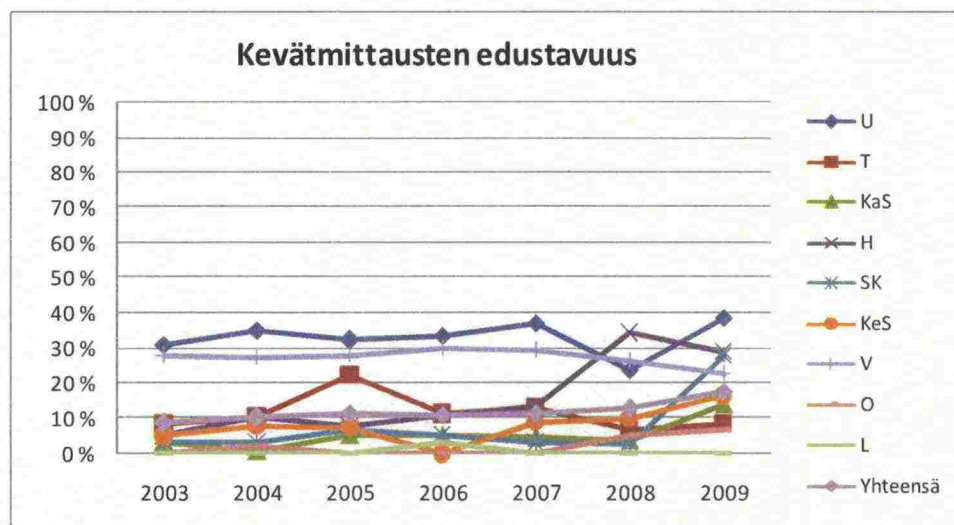
3.5.1 Mittauskausittainen edustavuus

Mittauksen vuosittainen keskimääräinen edustavuus on ollut noin 50 %. Uudenmaan tiepiireissä edustavuus on ollut muita korkeammalla, mutta on laskenut muiden piirien tasolle vuonna 2008. Piireittäisiä edustavuuksia vertailtaessa on muistettava, että eri piireissä on eri määrä 2-ajorataisia teitä, ja niiden mittaukset tyypillisesti kasvattavat edustavuutta. Edustavuudet vaihtelevat eri vuosina tai eri piirien välillä noin 20 %-yksikön verran.



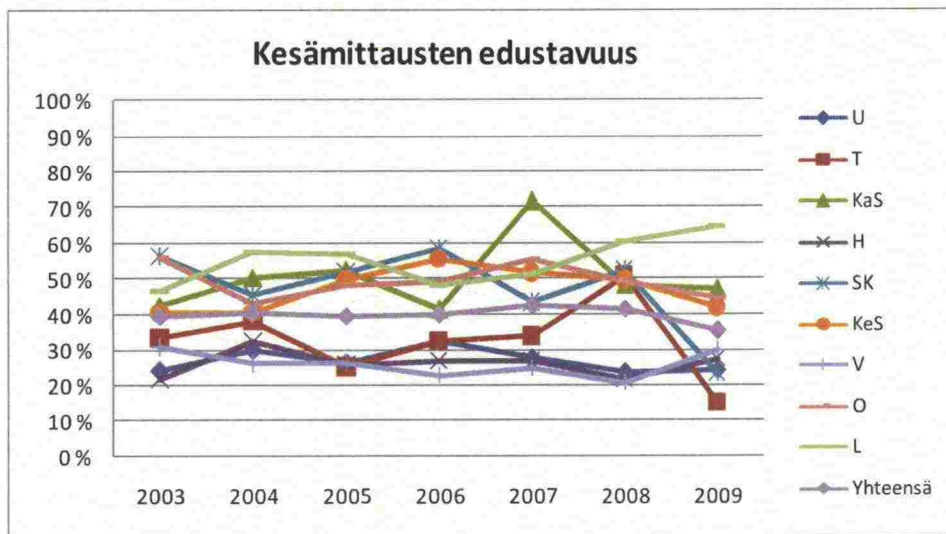
Kuva 10. Mittausten kokonaisedustavuus 2003-2008 piireittäin. Piirien edustavuudet eivät ole suoraan vertailukelpoisia, koska ne sisältävät eri määrän eri ylläpitoluokkien tiestöä. Useaan kertaan (kevät-kesä) toistuneet mittaukset poistettu.

Kevätmittausten edustavuus on ollut keskimäärin 10 %, mutta sen osuus on ollut nouseva ja vuonna 2009 se oli keskimäärin 18 %. Uudenmaan ja Vaasan piireissä kevätedustavuus on muita korkeampi. Myös Hämeen kevätedustavuus on noussut edellisten tasolle. Useissa piireissä kevätmittausten edustavuus on alhainen.



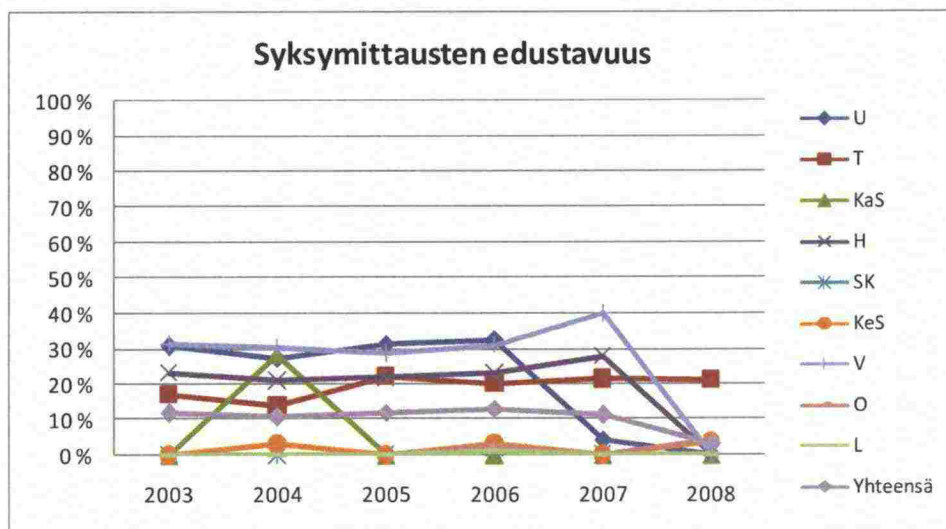
Kuva 11. Kevätmittausten edustavuus 2003-2009 piireittäin.

Kesämittausten edustavuus on ollut noin 40 %. Korkeamman edustavuuden piirejä ovat mm. KaS, SK, KeS, O ja L. Alhaisen edustavuuden piirejä ovat U, H ja V. Vuonna 2009 myös T ja SK-piirien edustavuus on laskenut. SK-piirissä kesämittauksia siirtyi vuonna 2009 keväälle. Eri tiepiirien välillä on eroa jopa 40 %-yksikköä edustavuuksissa. Ajallista vaihtelua on tyypillisesti noin 10 % ja enimmillään jopa 40 %.



Kuva 12. Kesämittausten edustavuus 2003-2009 piireittäin.

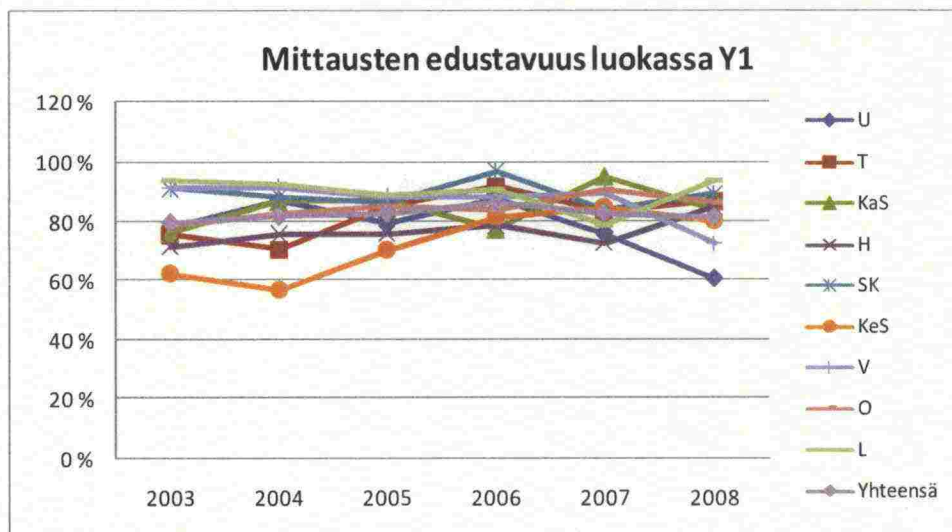
Syksymittausten edustavuus on ollut kevätmittausten tasolla eli noin 10 %, mutta se laskenut vuodesta 2007 lähtien. Uudella maalla ne typistyivät vuonna 2007 ja Hämeessä ja Vaasassa vuonna 2008. Piireittäinen vaihtelu on ollut noin 30 %.



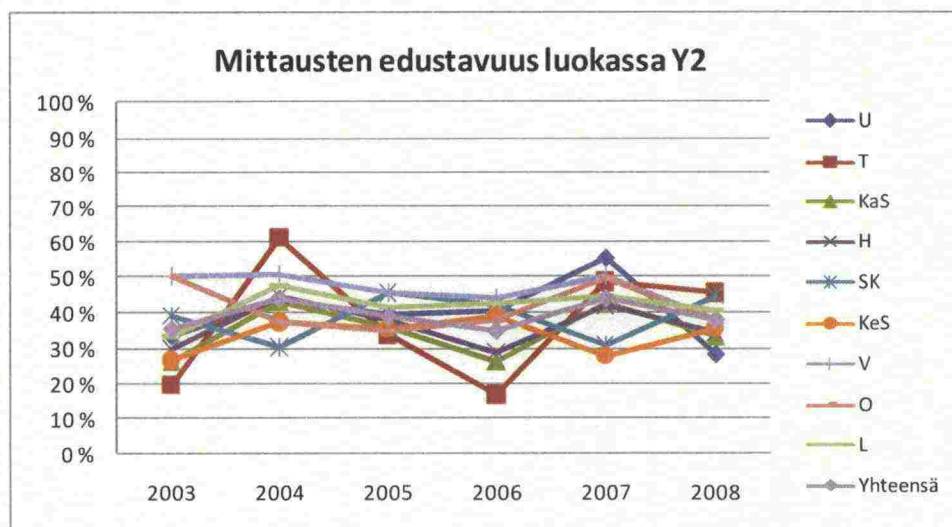
Kuva 13. Syksymittausten edustavuus 2003-2008 piireittäin.

3.5.2 Ylläpitoluokittainen edustavuus

Ylimmissä ylläpitoluokissa, Y1 (Y1a, Y1b ja Y1c) mittausten kokonaisedustavuus on noin 80 % kun vuoden kaikki mittauskaudet huomioidaan, mutta vaihtelee eri tiepiirien välillä ollen 60-95 %. Ajallinen vaihtelu on myös melko suurta. Uudenmaan mittausmäärät ovat laskeneet selvästi aiemmasta.



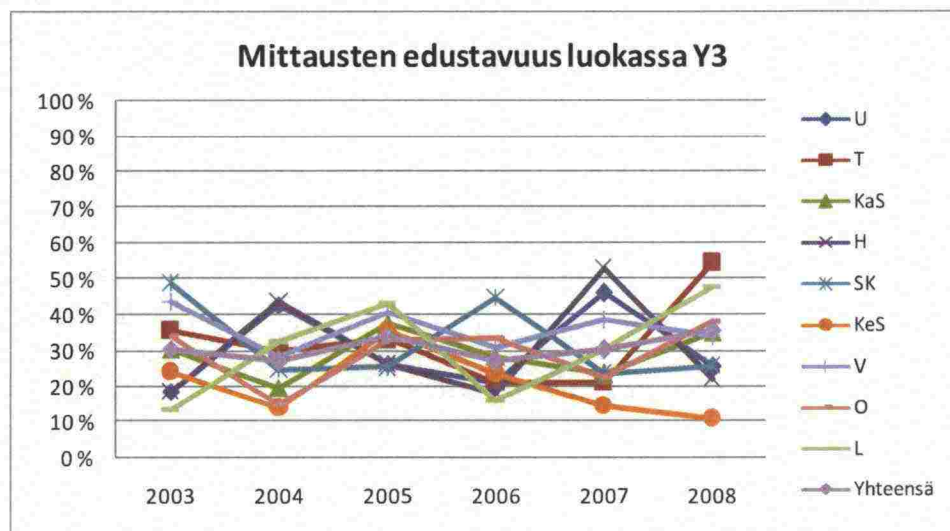
Kuva 14. Edustavuus ylläpitoluokassa Y1 (Y1a-Y1c) 2003-2008 piireittäin.



Kuva 15. Edustavuus ylläpitoluokassa Y2 (Y2a ja Y2b) 2003-2008 piireittäin.

Ylläpitoluokissa Y2a ja Y2b mittausten edustavuus on ollut keskimäärin noin 40 %, mutta on vaihdellut eri tiepiirien välillä 20-60 %. Turun tiepiirissä Y2-mittausten edustavuus on ajallisesti vaihdellut eniten.

Ylläpitoluokissa Y3a ja Y3b (Y3) edustavuus on ollut keskimäärin 30 %. Erot edustavuuksissa ovat vaihdelleet eri tiepiirien välillä noin 10-50 % ja samalla on havaittavissa syklistä ajallista vaihtelua siten, että korkeamman edustavuuden mittausvuotta seuraa matalamman edustavuuden mittausvuosi.



Kuva 16. Edustavuus ylläpitoluokassa Y3 (Y3a ja Y3b) 2003-2008 piireittäin.

Ylläpitoluokkaryhmässä Y1 mittausten edustavuudet vaihtelevat välillä 60-95 % tiepiiristä tai vuodesta riippuen. Ryhmässä Y2 vastaava vaihtelu on 20-60 % ja ryhmässä Y3 vastaavasti 10-55%. Vaihtelu vaikuttaa melko suurelta.

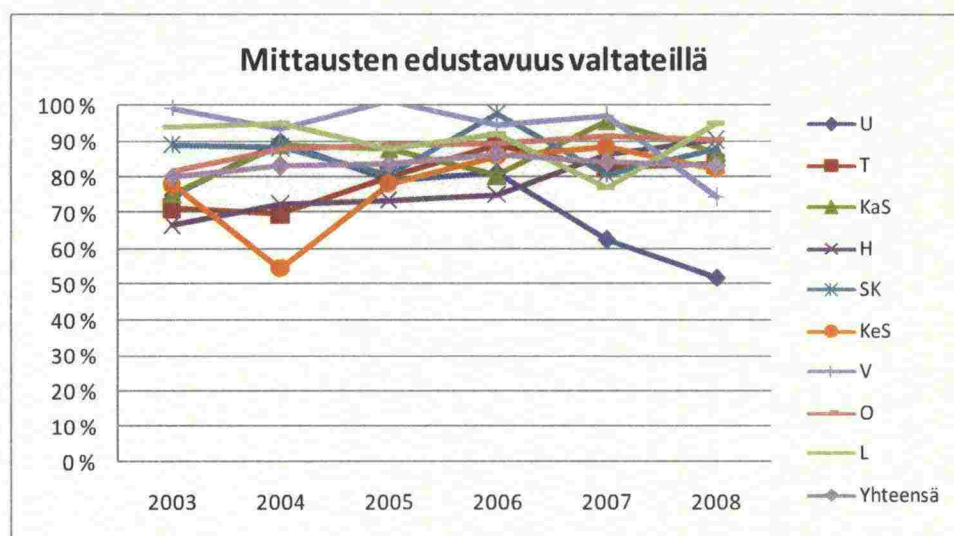
3.5.3 Tieluokittainen edustavuus

Valtateillä mittausten edustavuus on ollut keskimäärin 85 % ja se on pysynyt melko vakaana. Tiepiirien välillä erot ovat suuremmat. Alhaisimmillaan edustavuudet ovat 50-60 % tuntumassa. Uudellamaalla edustavuus on ollut laskussa. Hämeessä on ollut nouseva trendi.

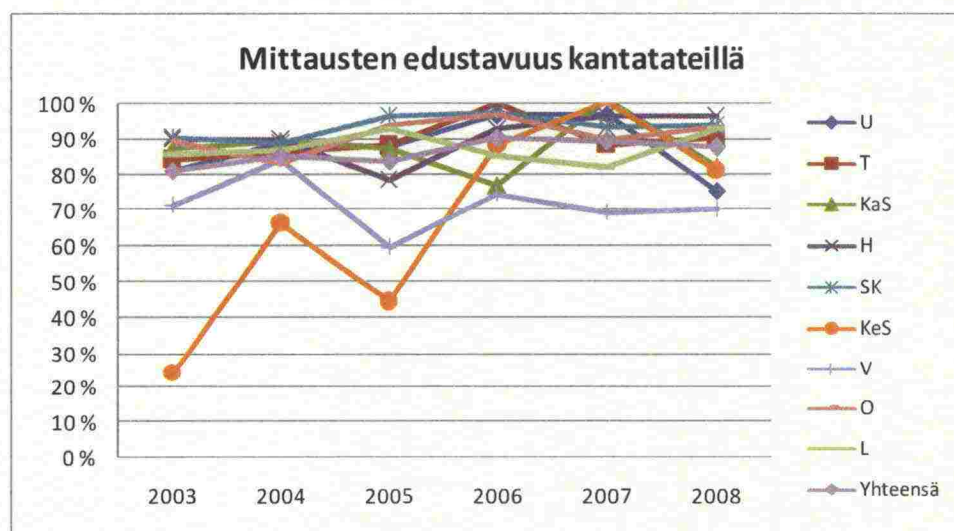
Kantateillä mittausten edustavuus on noin 90 % ja se on ollut hiukan nousussa. Edustavuudessa on kuitenkin suurehkoa vaihtelua eri piirien tai vuosien välillä. Edellisen mittausurakan alussa se kävi joissakin piireissä melko alhaalla, mutta on nyt välillä 70-100 %.

Seututeillä kokonaisedustavuus on noin 45 % ja se vaihtelee tiepiirien välillä melko paljon. Edustavuus vaihtelee välillä 20-80 %.

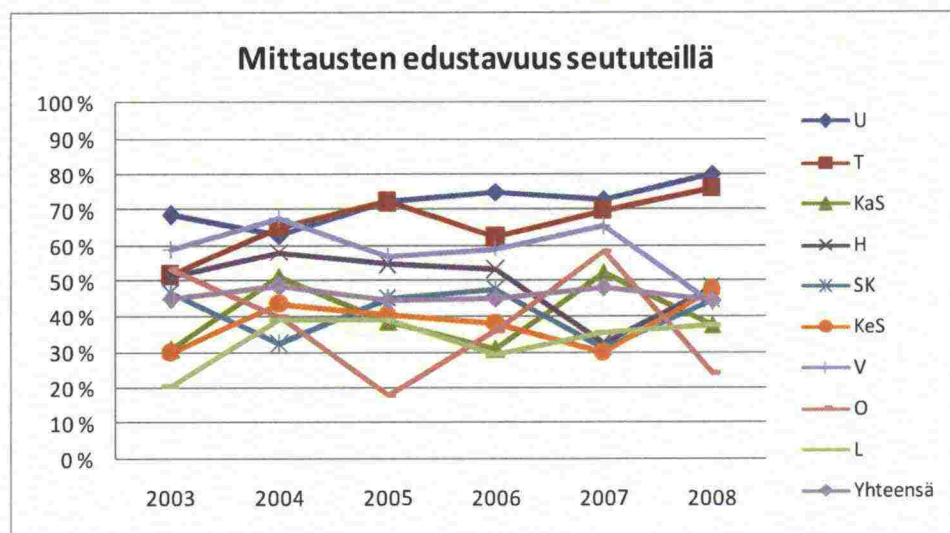
Alhaisin mittausten edustavuus on yhdysteillä, missä keskiarvo on noin 35 %. Vaihtelualue on välillä 20-60 %. Edustavuus on osittain syklistä eri vuosina.



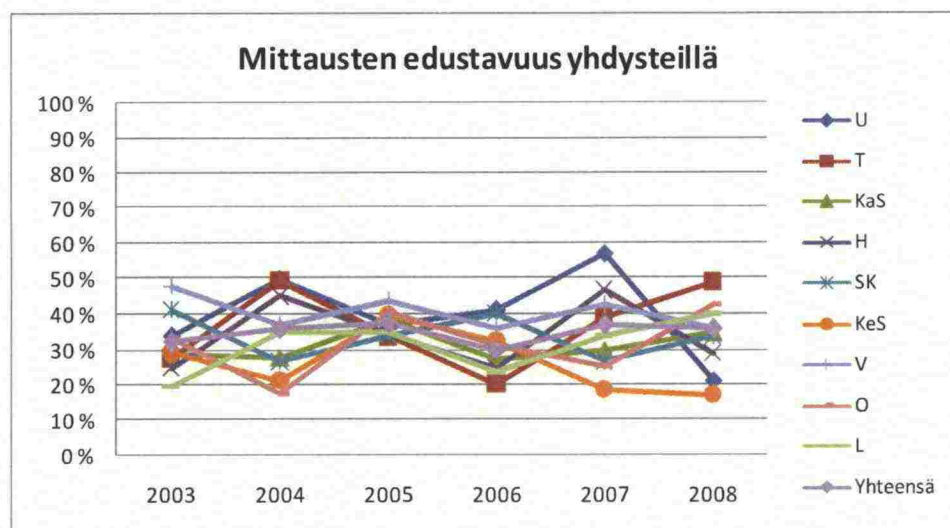
Kuva 17. Mittausten edustavuus valtateilla. Kunakin vuonna vain yksi mittaus huomioitu.



Kuva 18. Mittausten edustavuus kantateilla. Kunakin vuonna vain yksi mittaus huomioitu.



Kuva 19. Mittausten edustavuus seututeillä. Kunakin vuonna vain yksi mittaus huomioitu.



Kuva 20. Mittausten edustavuus yhdysteillä. Kunakin vuonna vain yksi mittaus huomioitu.

4 ENNUSTEMALLIEN TARKKUUS

4.1 Uraennusteen tarkkuus

4.1.1 Ennustemalli

PMSprossa käytössä olevat ennustemallit urautumisen osalta ovat melko vanhat. Malleja on uudistettu vuonna VOH-projektissa "PMSpro kuntoennustemallit 2004. Tiehallinnon selvityksiä 9/2005", mutta uramallin osalta uudistetun mallin käyttöönottoa ei suositeltu, joten käytössä ovat sitä vanhemmat ennustemallit.

Uramallin osat ovat:

1. ekstrapolointimalli, joka kuvaa uran kehitystä lineaarisesti lähtien 2 mm alku-urasta ja kulkien viimeisimmän mittauksen kautta (kaava 3);
2. oletusmalli, kun mittaustietoa ei ole (kaava 4); sekä
3. minimi- ja maksimikehitys.

Ekstrapolointimalli: $dURA = [URA(t) - 2] / ikä(t)$ (3)

Oletusmalli: $dURA = -3,34 + 0,57 * \ln(KVL\text{-kaista})$ (4)

Minimikehitys: 0 mm/vuosi

Maksimikehitys: 2,8 mm/vuosi + oletusmalli

missä	dURA on	urasyvyyden muutos vuodessa
	URA(t)	urasyvyys vuonna t (mm)
	ikä(t)	ikä vuonna t (vuosia)
	KVL-kaista	kaistan keskimääräinen vuorokausiliikenne
	ln	luonnollinen logaritmi.

Mallin selitysaste (R^2) on 0,06. Sallittu sovellusalue on urasyvyydelle -5 mm–+20 mm ja KVL on yli 350 (Tielaitos 1998).

Kuva 21. Uramalli lähteestä PMSpron:n kuntoennustemallit 2004 (viitaten kuitenkin vuonna 1998 kehitettyihin malleihin),

Päällysteiden urautumisen (ja epätasaisuuden) ennustemallit on muodostettu suuresta määrästä tuotantodataa. Mallinnus on tyypillisesti noudattanut ns. OFA-menettelyä (One Factor at a Time). Tästä mallinnusmenettelystä aiheutuu mm. seuraavia puutteita tai ongelmia:

- tuotantodatan keruu ei ole lähtenyt mallinnuksen tarpeista (analysointi) ja eri tilanteiden edustavuudet ovat hyvin erilaiset

- liian vähäinen määrä selittäjiä ei mahdollista todellisten selittäjien löytymistä. Laatutekniikassa on havaittu, että yhtä tekijää mallinnettaessa todennäköisyys sille, ettei löydy yhtään tilastollisesti merkittävää selittäjää on jopa 75 %. Tätä saadaan pienennettyä selvästi kun otetaan enemmän muuttujia mukaan. Muuttujien alustava valinta tulisi suorittaa juurisyyskartituksen ja haravointikokeiden kautta. (Haravointikokeet ovat karkeimman (III) resoluution kokeita, joilla erotellaan merkittävät selittäjät ei-merkittävistä selittäjistä). Varsinainen mallinrus tulisi suorittaa korkeamman resoluution (IV tai V) karakterisointikokeilla tai jopa vastepintakokeilla.
- tuotantodatatallinnuksessa eri muuttujien kohtisuoruus (ortogonaalisuus) ei pääse toteutumaan ja sitä tulosten analysointi usein edellyttää. Koesuunnittelu ja siitä lähtevä datan keruu mahdollistaisivat datan kohtisuoruuden.
- tarvittavien selittäjien ja niiden datan määrä on liian vähäinen ja puutteellinen ja tämän takia mallien virhetermin (residuaalitermi) on usein vääristynyt.
- suuri määrä dataa hankaloittaa malleihin liittyviä graafisia tarkasteluja ja saattaa siten peittää sellaisten yksityiskohtien huomaamisen, joilla olisi merkitystä mallien hyvyyden arvioinnissa.
- käytetyillä mallinnusmenetelmillä kuntokehitykseen vaikuttavia todellisia merkittäviä muuttujia ei ole saatu selville. Ennustemallit ovat ilmeisesti liian keskimääräisiä. Vaikka ennustevirhe olisi keskimäärin pienikin, sen hajonta on tietyissä tilanteissa erittäin suurta. Tämä aiheuttaa suuria ennustevirheitä, jotka heijastuvat huonokuntoisten tiejaksojen määrään. Ennustemallien toimivuus ei ulotu kovin kauas ja esim. alemman tieverkon mittauskierroilla (3-v kierto) on syntynyt tilanteita, joissa ennustejaksot kasvavat yli kolmen vuoden pituisiksi.

Uran ennustemallit ovat peräisin vuodelta 1998. Uraennusteessa on melko vähän selittäjiä eikä niiden avulla pystytä hallitsemaan urakehitystä kovin tarkasti. Mallin selitysaste antaa jo viitteitä sen toimivuudesta. Nykyisten ennustemallien käyttö edellyttää tiheää ja stabiilina pysyvää mittauskiertoa.

4.1.2 Kuntoluokkatarkastelu

Uraennusteen tarkkuutta tutkittiin PMSPros:sta saadun aineiston perusteella. Siinä oli listattu vuonna 2008 mitattujen teiden, ylläpitoluokkien Y1a...Y2b sekä ennustettu uratieto että mitattu uratieto. Kumatkin uratiedot luokiteltiin viisiportaisen YKL-mallin mukaan ja ne ristiintaulukoitiin lopuksi eri tilanteisiin.

Ennusteen pohjana ollut aineisto jakaantui tiepiireittäin ja ylläpitoluokittain seuraavan taulukon mukaisesti. Kokonaispituus oli 18186 km eli 44,7 % siitä tieverkkopituudesta, jota uratiedon suhteen tulosohjauksessa käsitellään.

Taulukko 9. Uraennusteen tarkkuusvertailu vuoden 2008 mittauksista (km).

Uratarkastelussa oleva aineisto piireittäin ja ylläpitoluokittain

Piiri	Ylläpitoluokka					Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	
U	692	183	263	265	167	1570
T	529	519	603	386	396	2432
KaS	448	415	323	298	171	1655
H	1087	508	562	435	273	2865
SK	299	356	538	585	315	2094
KS	181	201	193	254	72	902
V	215	497	482	505	301	2001
O	306	1023	439	544	310	2623
L	234	389	966	315	140	2044
Yhteensä	3991	4091	4371	3587	2146	18186

Taulukoissa 10-11 on esitetty uraennusteen osumistarkkuus luokitellun aineiston perusteella käsiteltävänä olevasta mittausaineistosta laskettuna. Taulukon lävistäjällä on vihreällä värillä oikeaan kuntoluokkaan osuneiden prosenttiosuudet ja punaisella värillä väärään luokkaan osuneiden osuus. Oikeanpuoleisimmassa sarakkeessa on kunkin ennustetun uraluokan kokonaismäärä ja alarivillä kunkin mitatun uraluokan kokonaismäärä.

Taulukkoa tulkitaan arvioimalla vihreiden ja punaisten solujen suuruuksia, mitä suurempia ovat vihreät luvut ja mitä pienempiä punaiset luvut sitä parempi ennustetarkkuus on.

Ennustettu erittäin huonoksi (ensimmäinen rivi): Uraennusteen mukaan on ennustettu, että erittäin huonoja teitä on kaiken kaikkiaan 94 km (ylin rivi), mutta mittausten mukaan niitä on ollut vain 34 % eli 32 km (vasen sarake). Vastaavasti uraluokaltaan huonoja on ollut mittausten mukaan 27 % eli 25 km, tyydyttäviä 19 %, hyviä 14 % ja erittäin hyviä 7 % prosenttilukujen summautuuessa 100:aan.

Ennustettu huonoksi (toinen rivi): Uraennusteen mukaan on todettavissa, että huonoiksi on ennustettu kaiken kaikkiaan 515 km, mistä mittausten perusteella oikeaan luokkaan osuu 41 % (210 km), ja loput 59 % menee joko huonompaan tai parempaan uraluokkaan. Pääasiassa ennuste menee yli ts. ennuste tuottaa huonomman uraluokan kuin mittaus.

Ennustettu tyydyttäväksi (kolmas rivi): Uraennusteen mukaan on todettavissa, että tyydyttäväksi on ennustettu kaiken kaikkiaan 2903 km, mistä mittausten perusteella oikeaan luokkaan osuu 67 % (1939 km) ja väärään luokkaan loput 33 %. Suurin väärään luokkaan menevä ennusteen osa on mittausten mukaan luokassa hyvä. Ennustemalli edelleen yliennustaa ts. ennustaa kunnan huonommaksi kuin se todellisuudessa on.

Ennustettu hyväksi (neljäs rivi): Uraennusteen mukaan on todettavissa, että hyväksi on ennustettu kaiken kaikkiaan 6910 km, mistä mittausten perusteella oikeaan luokkaan osuu 77 % (5310 km) ja väärään luokkaan loput 23 %.

Ennustettu erittäin hyväksi (viides rivi): Uraennusteen mukaan on todettavissa, että erittäin hyväksi on ennustettu kaiken kaikkiaan 7765 km, mistä mittausten perusteella oikeaan luokkaan osuu 88 % (6845 km) ja väärään luokkaan loput 12 %.

Osumistarkkuuden vertailusta voidaan todeta, että ennusteiden mukaan uraisuus on yleensä suurempaa kuin mitä mittausten mukaan on todettavissa eli uraennusteissa on mukana merkittävää yliennustusta. Tämä ominaisuus antaa tieverkon kunnosta todellisuutta huonomman kuvan.

Taulukko 10. Kuntoluokkatarkastelun perustana olevan aineiston jakautuminen luokkiin.

Ennustettu vs. mitattu uraluokka (km)

Vuonna 2008 mitatut tied

Ennustettu URA_Ik	Mitattu URA_Ik					Yhteensä
	Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
Eritt.huono	32	25	18	13	6	94
Huono	19	210	186	71	29	515
Tyydyttävä	5	123	1939	746	90	2903
Hyvä	2	16	530	5310	1052	6910
Eritt.hyvä	0	3	25	891	6845	7765
Yhteensä	58	376	2698	7031	8023	18186

Taulukko 11. Uraennusteen osumistarkkuus vuoden 2008 mittausten perusteella.

Ennustettu vs. mitattu uraluokka vihreällä oikein, punaisella väärin

Vuonna 2008 mitatut tied

Ennustettu URA_Ik	Mitattu URA_Ik					Yhteensä km
	Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
Eritt.huono	34 %	27 %	19 %	14 %	7 %	94
Huono	4 %	41 %	36 %	14 %	6 %	515
Tyydyttävä	0 %	4 %	67 %	26 %	3 %	2903
Hyvä	0 %	0 %	8 %	77 %	15 %	6910
Eritt.hyvä	0 %	0 %	0 %	11 %	88 %	7765
Yhteensä	0 %	2 %	15 %	39 %	44 %	18186
Yhteensä km	58	376	2698	7031	8023	18186

Vastaavat uraennusteen toimivuustarkastelun taulukot ylläpitoluokittain on esitetty liitteessä 1.

Seuraavassa taulukossa on esitetty väärin luokitettujen ennusteiden sijoittumista tieverkolla uratiedon iän ja mitatun tai ennustetun kuntoluokan perusteella. Taulukkoryhmän yläosassa esitellään yliennustustilannetta ja alaosassa aliennustetilannetta.

Yliennustetilanteet näyttävät osuvan sellaisille teille, joilla uratiedon ikä on välillä 1-3 vuotta ja ennustettu uraluokka on huono (2) ja mitattu todellinen mitattu tasaisuusluokka on tyydyttävä (3) tai hyvä (4). Suurin osa väärin ennustettavista teistä on niitä, joilla uratieto on yhden vuoden ikäistä.

Aliennustetilanteet näyttävät osuvan sellaisille teille, joilla uratiedon ikä 1-2 vuotta ja ennustettu uraluokka on tyydyttävä, mutta todellinen uraluokka on huono. Myös tässä väärinennustustilanteessa eniten havaintoja on teillä, joilla tasaisuustiedon ikä yksi vuosi.

Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että uraennustetta saisi parannettua lyhentämällä uraennusteen toiminta-aluetta eli ennusteen aikajaksoa sekä kohdentamalla mittauksia uraltaan 3 luokan ennusteisiin.

Taulukko 12. Uraennusteiden yli- ja aliennustustilanteiden määrät uratiedon iän ja kuntoluokan mukaan (km).

URAennusteen yliennustustilanteet uratiedon iän ja kuntoluokan mukaan (km)

URA_ikä	Ennustettu URA-ikä		Yhteensä
	Eritt.huono	Huono	
1	11.0	153.2	164.2
2	9.8	53.3	63.1
3	7.1	64.6	71.7
4	6.5	8.9	15.4
5	0.6	2.0	2.6
6	1.8	3.9	5.7
7	0.2	0.3	0.5
8	0.1	0.0	0.1
12	0.1	0.0	0.1
Yhteensä	37.3	286.2	323.5

URA_ikä	Mitattu URA-ikä			Yhteensä
	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
1	128.4	27.8	8.0	164.2
2	29.6	19.8	13.8	63.1
3	37.8	27.1	6.9	71.7
4	7.1	7.6	0.7	15.4
5	0.7	0.5	1.4	2.6
6	0.4	1.2	4.1	5.7
7		0.2	0.3	0.5
8		0.1		0.1
12		0.1		0.1
Yhteensä	203.9	84.4	35.2	323.5

URAennusteen aliennustustilanteet uratiedon iän ja kuntoluokan mukaan (km)

URA_ikä	Mitattu URA-ikä		Yhteensä
	Eritt.huono	Huono	
1	3.6	108.8	112.4
2	0.9	15.7	16.6
3	2.5	14.2	16.7
4	0.3	2.5	2.8
Yhteensä	7.3	141.3	148.6

URA_ikä	Ennustettu URA-ikä			Yhteensä
	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
1	103.4	7.4	1.6	112.4
2	12.9	3.4	0.3	16.6
3	9.1	6.0	1.6	16.7
4	2.2	0.6	0.0	2.8
Yhteensä	127.7	17.5	3.5	148.6

Kuntoluokkatarkastelussa ennustemalleilla ennustettu uraluokka osuu oikeaan luokkaan keskimäärin 78 %:ssa tilanteissa, mutta vaihtelee uraluokittain välillä 34 % - 88 %. Uraennusteissa on tyypillisesti paljon yliennustusta, ts. huonoja teitä ennustetaan olevan liikaa. Tutkimusaineiston huonokuntoisiksi ennustetuista 609 km:sta vain 434 km oli mittausten mukaan huonokuntoisia. Vastaavasti ennusteista jäi puuttumaan huonoja teitä 149 km.

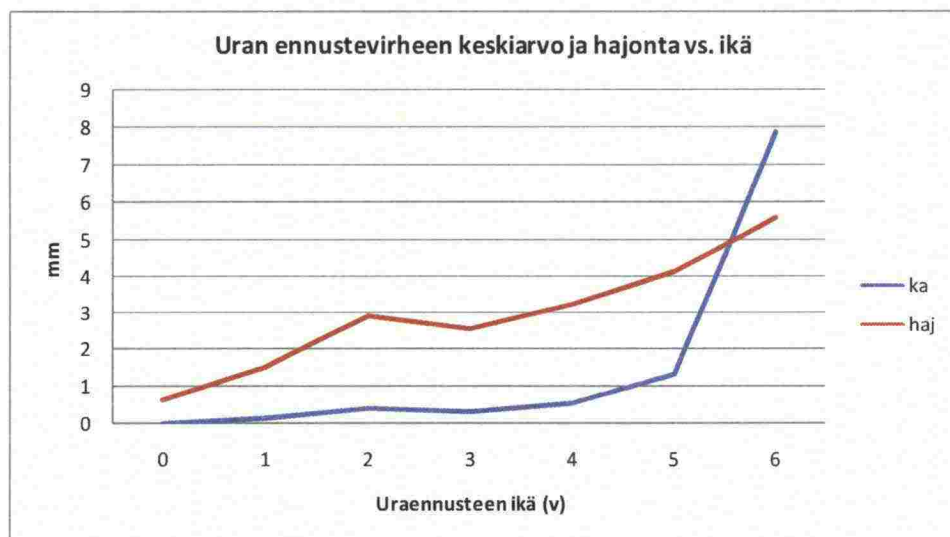
Ura ennusteen virheellistä ennustepituutta voitaisiin pienentää tihentämällä mittauskiertoa ja/tai kohdentamalla mittauksia teille, joille ennustetaan tyydyttävää tai sitä huonompaa kuntoa ja mittauksen ikä on 1-3 vuotta.

4.1.3 Jakaumatarkastelu

Uran ennustevirheen taso ja hajonta kasvavat ennustetiän pidentyessä kuvan 22 mukaisesti. Yhden vuoden uraennusteessa tasoero on vielä pieni, mutta hajonta alkaa jo kasvaa. Kahden vuoden uraennusteessa alkaa muodostua jo tasoeroa noin 0.5 mm ja hajonta on jo 3 mm. Hajonnan takia yli yhden vuoden uraennusteissa alkaa olla jo merkittävästi ennustevirhettä.

Ennustevirhettä ei voida kuitenkaan hallita normaalijakauman parametrien avulla vaan jakaumamalli on ensin testattava ja valittava sellainen malli, joka sopii siihen paremmin. Kuvassa 23 on esitetty kahden vuoden päähen tehdyin uraennusteen virhejakauma, joka on loglogistinen.

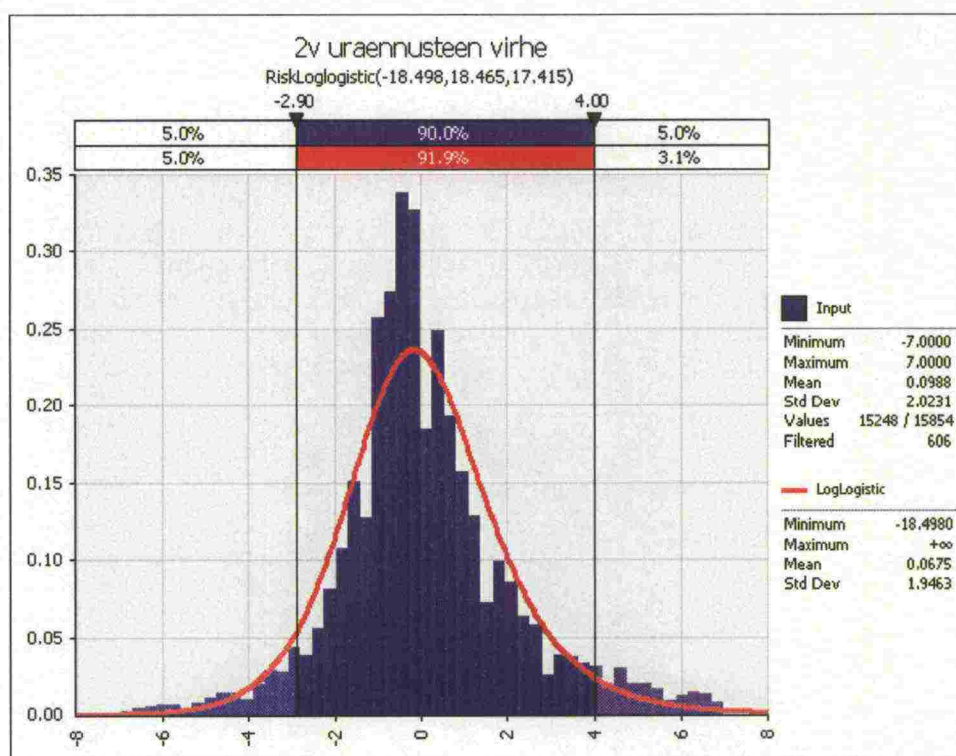
Uraennusteiden virhejakaumat ovat muodoltaan 3-parametrisiä LogLogistisia jakaumia, joiden parametrit ovat melko hyvin mallinnettavissa uran ennustepituuden mukaan.



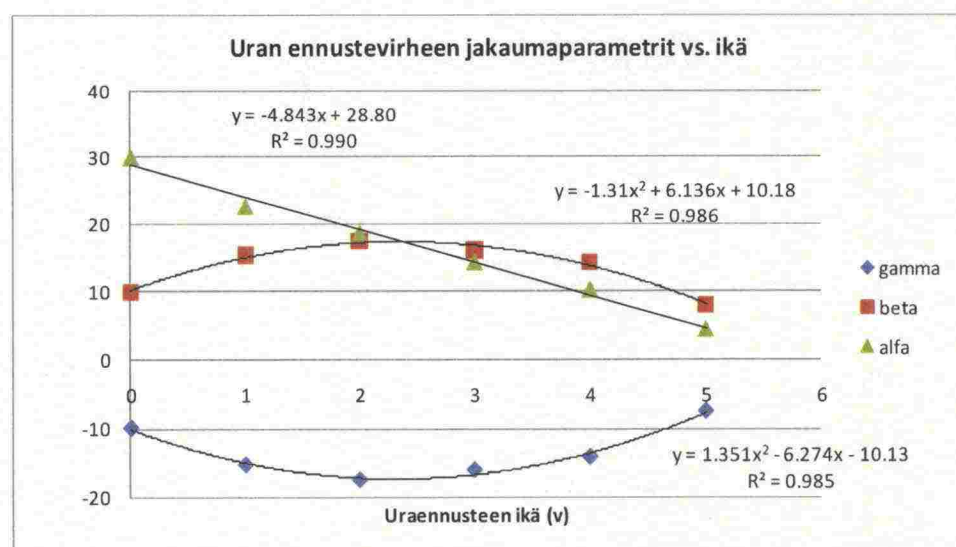
Kuva 22. Ennustevirheen keskiarvo ja hajonta ennustepituuden funktiona. Tasovirhe kasvaa merkittävästi yli 4 vuoden päähen tehdyissä ennusteissa, mutta virheen hajonta alkaa kasvaa jo yli yhden vuoden päähen tehdyissä ennusteissa merkittävästi. Uran ennustevirhettä ei kuitenkaan pystytä hallitsemaan riittävän tarkasti normaali-jakauman parametreilla, ka ja ha , vaan on otettava käyttöön sellaiset jakaumat, jotka sopivat paremmin ennustevirheen tietoaaineistoon.

Uraennusteiden virhejakauma on hallittavissa portaattomasti uraennusteen pituuden perusteella mallinnettujen jakaumaparametrien avulla. Yksi virhejakauma tuottaa kolme parametria, alfa, beta ja gamma. Ennustepituus näyttää olevan keskeisin ennustevirhettä aiheuttava tekijä ja siitä syystä jakaumaparametrit ovat niin hyvin mallinnettavissa. Jakaumaparametrien kaavat on esitetty kuvassa ja niiden mallisovitukset osuvat erittäin hyvin kohdalleen.

Kun jakamaparametrit mallinnetaan ennustepituuden funktiona, niin virhesimuloinnissa selvittää yhdellä kaavalla, missä mittauskierto määrää kuinka paljon minkinpituusia uraennusteita tarvitaan ja sama kaava tuottaa (simuloinnissa) ennustevirheet kaikkiin eri tilanteisiin. Malli toimii vain viiden vuoden päähen tehdyille ennusteille, koska sen yli menevillä alfa-parametri menee negatiiviseksi, mikä ei ole sallittua.



Kuva 23. Kahden vuoden päähän ennustetun uraennusteen virhejakauma. Jakaumaa rajoitettu sovituksen parantamiseksi alueelle ± 7 mm. Tasoeroa 0.1 mm ja hajontaa 2.0 mm. 15240 havaintoa. Jakaumamuoto loglogistinen parametreilla alfa=17.415, beta=18.465 ja gamma=-18.498).

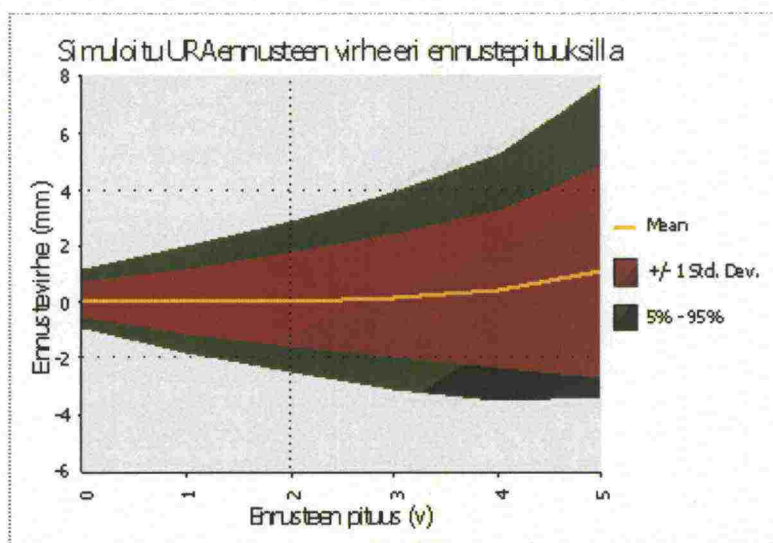


Kuva 24. Uraennusteen virhejakaumien parametrit; muotoparametri=alfa, skaalaparametri=beta ja sijaintiparametri=gamma, ennusteen pituuden funktiona.

Edellä esitettyä kuvaa käyttäen voidaan mallintaa uraennusteiden virhejakaumat eri ennustejaksojen pituuksille ja simuloida ennustevirhettä jakson pituuden funktiona, mistä on esimerkkinä seuraava kuva. Ennustevirheen keskiarvo on lähellä nollaa ja alkaa poiketa siitä vasta kun ennusteiden pi-

tuudet ylittävät 4-5 vuotta. Ennustevirheiden hajonta kuitenkin alkaa kasvaa heti alussa ja on pitemmillä jaksoilla melko suurta. Kuvassa on esitetty sekä virheen keskiarvo, että sen rajat yhden hajonnan päähän ja 5 % ja 95 % prosenttipisteisiin. Prosenttipisteiden välinen alue kuvaa virheen 90 % vaihtelu-aluea.

Nollan vuoden päähän tehty ennuste (on yhtä kuin mittausvirhe) sisältää virhettä hajonnalla mitattuna noin 0.7-0.9 mm. Yhden vuoden päähän tehdyssä ennusteessa virheen hajonta on kasvanut noin 1.2 mm:iin. Pitemmillä ennustepituuksilla saavutetaan 3-4 mm:n hajonta. Jokainen lisävuosi kasvattaa virheen hajontaa 0.5-0.7 mm.



Kuva 25. Uraennusteen simuloitu virhe ennusteen pituuksilla 0-5 v. Virheen keskiarvo alkaa kasvaa kolmen vuoden jälkeen. Virheen hajonta alkaa kasvaa heti alussa. Yli 4 vuoden päähän tehtyjen ennusteiden virhe voi olla melko suuri.

Uraennusteen virhe kasvaa ennustejakson kasvaessa. Ennustevirheen keskiarvo alkaa kasvaa voimakkaasti kun ennustejakso on pitempi kuin viisi vuotta, mutta hajonta alkaa kasvaa jo ensimmäisen vuoden jälkeen. Virhejakumat ovat mallinnettavissa erittäin hyvin mikä kertoo siitä, että virheprosessi on symmetrinen ja stabiili.

4.2 IRI-ennusteen tarkkuus

4.2.1 Ennustemalli

PMSprossa käytössä olevat ennustemallit epätasaisuudelle pohjautuvat vuonna 2004 toteutettuun VOH-projektiin "PMSpro kuntoennustemallit 2004. Tiehallinnon selvityksiä 9/2005".

Malli on kaksiosainen, missä ensiksi ennustetaan IRI:n lähtötasoa toimenpiteen jälkeen (olettaen ettei sitä ole vielä mitattu) ja lisäten siihen iästä riippuva kehityslisä.

Lähtötaso riippuu päällystetyypistä ja liikennemäärästä. Parempi päällyste tai suurempi liikennemäärä tuottavat paremman lähtötason. Ikämalli on sellainen, että yksi vuosi tuo lisää epätasaisuutta päällystetyypistä riippuen joko, 0.06, 0.08 tai 0.11 mm/m.

Tasaisuuden oletusmalli on koottu kahdesta komponentista, lähtötasomalli (ks. kappale 4.3.1) ja oletusnopeus, jotka on yhdistetty samaan malliin. Oletusnopeutena käytetään rappeutumismallinnusaineiston alle kuusi vuotta vanhojen kohteiden mediaaninopeutta. SOP-päällysteelle käytettiin aineistor vähyyden vuoksi oletusnopeuden määrittämiseen koko aineistoa. Rappeutumisen oletusmallit AB-, PAB- ja SOP-päällysteille on esitetty kaavoissa 21–23.

AB - oletusmalli

$$IRI_o(t) = 1,95 - 0,16 * \log_{10} KVL + 0,06 * ikä(t) \quad (21)$$

PAB - oletusmalli

$$IRI_o(t) = 2,10 - 0,20 * \log_{10} KVL + 0,08 * ikä(t) \quad (22)$$

SOP - oletusmalli

$$IRI_o(t) = 3,20 - 0,20 * \log_{10} KVL + 0,11 * ikä(t) \quad (23)$$

Missä,	IRI _o (t)	tasaisuus vuonna t (mm/m)
	log ₁₀ KVL	logaritmi ₁₀ keskivuorokausiliikenteestä
	ikä(t)	kohteen ikä vuonna t (vuosia).

Kuva 26. Tasaisuuden oletusmallit (2004). (Lähde: PMSPron kuntoennustemallit 2004).

Tasaisuuden vuosikehitysmalli on iteratiivinen malli, missä tasaisuus ennustetaan vuosi kerrallaan mitatusta lähtötilanteesta haluttuun ennustevuoteen saakka. Mallissa on kolme tekijää eli päällysteluokka, päällysteen ikä sekä keskimääräinen vuorokausiliikenne. Mallien selitysasteet ovat melko matalat eli välillä 0.22-0.44.

Tasaisuusmallien käytössä lähtötietoina tarvitaan viimeisimmän PTM-mittauksen IRI-arvo ja edellisestä tasaisuuden lähtöarvoonsa palauttavasta toimenpiteestä laskettava päällysteen ikä mittaushetkellä. AB-päällystelukan mallin käyttö tarvitsee lisäksi tiedon tien keskivuorokausiliikennemäärästä (KVL). Kaavoissa 8–10 on esitetty tasaisuuden rappeutumismallit eri päällysteluokille.

AB - rappeutumismalli

$$\Delta IRI = 0,35 * [IRI(t) / ikä(t)] - 0,014 * \log_{10} KVL + 0,04 \quad (8)$$

AB-mallin selitysaste (R^2) on 0,34.

PAB - rappeutumismalli

$$\Delta IRI = 0,39 * [IRI(t) / ikä(t)] - 0,01 \quad (9)$$

PAB-mallin selitysaste (R^2) on 0,34.

SOP - rappeutumismalli

$$\Delta IRI = 0,32 * [IRI(t) / ikä(t)] + 0,03 \quad (10)$$

SOP-mallin selitysaste (R^2) on 0,22.

Missä,	ΔIRI on	tasaisuuden rappeutumisnopeus (mm/m / vuosi)
	IRI(t)	tasaisuus vuonna t (mm/m)
	ikä(t)	kohteen ikä vuonna t (vuosia)
	$\log_{10} KVL$	logaritmi ₁₀ keskivuorokausiliikenteestä.

Kuva 27. Tasaisuuden vuosikehitysmallit PMSprossa. (Lähde: PMSpron kuntoennustemallit 2004).

Epätasaisuuden ennustemalleihin pätevät useimmat uramallien arvioinnin yhteydessä esitetyt toteamukset. Epätasaisuuden mallintamiseen liittyy yksi erityistekijä, joka on mittaustarkkuus. Saattaa olla niin, että mittaustarkkuus ei välttämättä riitä yhden vuoden vuosikehityksen havaitsemiseen ja tämä tulisi huomioida mallintamisessa. IRI:n tuotantomittausten laatu on sellainen, että toistomittauksissa havaittujen erojen hajonta on luokkaa 0.15-0.20 mm/m, mikä on tietyissä tilanteissa suurempi kuin havaittu keskimääräisen vuosikehitysjakauman hajonta.

4.2.2 Kuntoluokkatarkastelu

Tasaisuusennusteiden ennustetarkkuutta tutkitaan siihen tehdyn aineiston avulla. Aineistossa ovat rinnakkain sekä ennustettu tasaisuus että vuonna 2008 mitattu tasaisuus. Ennusteen tarkkuutta tutkitaan vertaamalla näiden yhteensopivuutta YKL-luokituksen mukaisissa luokissa sekä hyvä-huono luokissa. Aineiston määrä oli 18 733 km.

Taulukko 13. IRI-ennusteen tarkkuusvertailu vuoden 2008 mittauksista. Tarkastelun pohjana oleva aineisto tiepiireittäin ja ylläpitoluokittain (km).

Piiri	Ylläpitoluokka							Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	
U	96	81	240	263	196	113	18	1006
T	512	497	457	335	507	494	67	2869
KaS	445	415	318	342	222	316	26	2084
H	0	24	251	428	329	293	31	1356
SK	299	355	538	696	441	280	24	2634
KS	180	201	185	277	112	50	7	1013
V	0	0	51	248	319	316	34	967
O	306	1023	439	549	392	702	114	3526
L	234	389	968	478	371	500	337	3278
Yhteensä	2072	2985	3448	3617	2889	3064	657	18733

Taulukossa 14 on esitetty IRI-ennusteen osumistarkkuus luokitellun aineiston perusteella käsiteltävänä olevasta mittausaineistosta laskettuna. Taulukon lävistäjällä on vihreällä värillä ns. oikeaan kuntoluokkaan osuneiden prosenttiosuudet ja punaisella värillä väärään IRI-luokkaan osuneiden osuus. Oikeanpuoleisimmassa sarakkeessa on kunkin ennustetun luokan kokonaismäärä ja alarivillä kunkin mitatun luokan kokonaismäärä. Kokonaisuutena oikein luokitettavia luokkia on 79 % ja väärin luokitettavia 21 %.

Taulukkoa tulkitaan arvioimalla vihreiden ja punaisten solujen suuruuksia, mitä suurempia ovat vihreät luvut ja mitä pienempiä punaiset luvut, sitä parempi ennustetarkkuus on.

Ennustettu erittäin huonoksi (ensimmäinen rivi): Ennusteen mukaan on ennustettu, että erittäin huonoja teitä on kaiken kaikkiaan 121 km (ylin rivi), mutta mittausten mukaan niitä on ollut vain 56 % eli 68 km (vasen sarake). Vastaavasti IRI-luokaltaan huonoja on ollut mittausten mukaan 28 % eli 34 km, tyydyttäviä 11 %, hyviä 3.5 % ja erittäin hyviä 0.3 % prosenttilukujen summautuessa 100:aan.

Ennustettu huonoksi (toinen rivi): Ennusteen mukaan on todettavissa, että huonoiksi on ennustettu kaiken kaikkiaan 360 km, mistä mittausten perusteella oikeaan luokkaan osuu 48 % (174 km), ja loput 52 % menee joko huonompaan tai parempaan luokkaan. Pääasiassa ennuste menee yli ts. ennuste tuottaa huonomman IRI-luokan kuin mittaus.

Ennustettu tyydyttäväksi (kolmas rivi): Ennusteen mukaan on todettavissa, että tyydyttäväksi on ennustettu kaiken kaikkiaan 2644 km, mistä mittausten perusteella oikeaan luokkaan osuu 67 % (1777 km) ja väärään luokkaan loput 33 %. Suurin väärään luokkaan menevä ennusteen osa on mittausten mukaan luokassa hyvä. Ennustemalli edelleen yliennustaa ts. ennustaa kunnan huonommaksi kuin se todellisuudessa on.

Ennustettu hyväksi (neljäs rivi): Ennusteen mukaan on todettavissa, että hyväksi on ennustettu kaiken kaikkiaan 9959 km, mistä mittausten perusteella oikeaan luokkaan osuu 81 % (8061 km) ja väärään luokkaan loput 21 %.

Ennustettu erittäin hyväksi (viides rivi): Ennusteen mukaan on todettavissa, että erittäin hyväksi on ennustettu kaiken kaikkiaan 5649 km, mistä mittausten

ten perusteella oikeaan luokkaan osuu 82.6 % (4666 km) ja väärään luokkaan loput 18 %.

Osumistarkkuuden vertailusta voidaan todeta, että ennusteiden mukaan epätasaisuus on yleensä suurempaa kuin mitä mittausten mukaan on todettavissa eli myös IRI-ennusteissa on mukana merkittävää yliennustusta. Tämä ominaisuus antaa tieverkon kunnosta todellisuutta huonomman kuvan.

Taulukko 14. Tasaisuusennusteen toimivuus, koko aineisto.

IRI-ennusteen toimivuus, Ylläpitoluokka: kaikki

Lähde: IRI-ennusteen toimivuus.xlsx/taulukot

IRI		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	56.2 %	28.3 %	11.7 %	3.5 %	0.3 %	100 %	121
	Huono	12.5 %	48.4 %	34.6 %	4.1 %	0.4 %	100 %	360
	Tyydyttävä	1.2 %	6.8 %	67.2 %	24.1 %	0.7 %	100 %	2644
	Hyvä	0.1 %	0.4 %	7.3 %	80.9 %	11.3 %	100 %	9959
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.1 %	0.3 %	17.0 %	82.6 %	100 %	5649
Yhteensä %		0.8 %	2.3 %	14.2 %	51.7 %	31.1 %	100 %	18733
Yhteensä km		153	427	2658	9678	5817	Oikein%=	79 %

Vastaava tasaisuusennusteen toimivuustaulukko on esitetty ylläpitoluokittain liitteessä 2.

Luokitusvirheet aiheuttavat sen, että kuva tieverkon jakautumisesta kuntoiluokkiin on epätarkka. Käytännön toimintaan luokitusvirheet vaikuttavat kuitenkin edellä mainittua karkeammalla tasolla, missä tehdään jako tien huono-hyväkuntoisuuden välillä tarkastelemalla kuntoluokkia 1 ja 2 huonokuntoisten teiden ryhmässä ja kuntoluokkia 3-5 hyväkuntoisten teiden ryhmässä. Tasaisuudeltaan huonokuntoisiksi ennustetuista teistä on 66.8 % oikein ja 33.2 % väärin. Vastaavasti hyväkuntoisiksi ennustetuista on noin 98.6 % oikein ja 1.4 % väärin.

Taulukko 15. Tasaisuusennusteen toimivuus sovellettuna hyvä-huonokuntoisuusjaolla.

IRI-ennusteen toimivuus

Y1a..Y3b		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	66.8 %		33.2 %			100 %	482
	Huono							
	Tyydyttävä	1.4 %		98.6 %			100 %	18252
	Hyvä							
Yhteensä %		3.1 %		96.9 %			100 %	18733
Yhteensä km		580		18153			Oikein%=	98 %

Seuraavassa taulukossa on esitetty väärin luokitettujen ennusteiden sijoittamista tieverkolla tasaisuustiedon iän ja mitatun tai ennustetun kuntoluokan perusteella. Taulukkoryhmän yläosassa esitellään yliennustetilannetta ja alaosassa aliennustetilannetta.

Yliennustetilanteet näyttävät osuvan sellaisille teille, joilla tasaisuustiedon ikä on välillä 1-4 vuotta ja ennustettu tasaisuusluokka on huono (2) ja todellinen mitattu tasaisuusluokka on tyydyttävä (3). Suurin osa väärin ennustettavista teistä on niitä, joilla tasaisuustieto on kolmen vuoden ikäistä.

Aliennustetilanteet näyttävät osuvan sellaisille teille, joilla tasaisuustiedon ikä niin ikään on 1-4 vuotta ja ennustettu tasaisuusluokka on joko tyydyttävä tai hyvä, mutta todellinen tasaisuusluokka on huono. Myös tässä väärinennustustilanteessa eniten havaintoja on teillä, joilla tasaisuustiedon ikä on kolme vuotta.

Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että tasaisuusennustetta saisi parannettua lyhentämällä tasaisuusennusteen toiminta-aluetta eli ennusteen aikajaksoa sekä kohdentamalla mittauksia tasaisuudeltaan 3-4 luokan ennusteisiin.

Taulukko 16. Yli- ja aliennustetilanteiden sijoittuminen tasaisuusmittauksen iän ja kuntoluokan mukaan (km).

Yliennustetilanteet tasaisuusmittauksen iän ja kuntoluokan mukaan (km)

Tas_ikä	Ennustettu IRI-Ik		Yhteensä
	Erittäin huono	Huono	
1	1.3	32.9	34.2
2	2.4	22.8	25.2
3	8.4	66.2	74.6
4	4.7	15.9	20.6
5	0.4	0.5	0.9
6	0.6	0.5	1.1
7	0.2	0.8	1.0
8	0.5	0.4	0.9
9	0.0	0.6	0.6
10		0.4	0.4
12	0.0		0.0
14	0.1		0.1
16	0.1		0.1
Yhteensä	18.8	141.1	159.7

Tas_ikä	Mitattu IRI_Ik			Yhteensä
	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
1	29.5	4.5	0.3	34.2
2	22.2	2.8	0.3	25.2
3	69.0	5.2	0.4	74.6
4	14.9	5.4	0.4	20.6
5	0.8	0.1		0.9
6	0.6	0.4	0.0	1.1
7	0.7	0.3		1.0
8	0.3	0.3	0.3	0.9
9	0.5	0.1		0.6
10	0.4			0.4
12	0.0			0.0
14		0.1		0.1
16	0.1			0.1
Yhteensä	139.0	19.1	1.8	159.8

Aliennustetilanteet tasaisuusmittauksen iän ja kuntoluokan mukaan (km)

Tas_ikä	Mitattu IRI_Ik		Yhteensä
	Erittäin huono	Huono	
1	8.2	70.6	78.8
2	8.4	32.5	40.9
3	18.2	95.9	114.1
4	4.3	16.4	20.7
5	0.1	0.7	0.8
6	0.0	1.0	1.0
7	0.2	0.2	0.4
8		0.2	0.2
9	0.2	0.2	0.4
10	0.4	0.3	0.7
12	0.1		0.1
Yhteensä	40.2	218.0	258.2

Tas_ikä	Ennustettu IRI_Ik			Yhteensä
	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
1	62.8	14.8	1.2	78.8
2	31.1	9.0	0.8	40.9
3	94.6	18.2	1.3	114.1
4	19.4	1.4		20.7
5	0.7	0.1		0.8
6	0.9	0.1		1.0
7	0.4			0.4
8	0.2			0.2
9	0.1	0.3		0.4
10	0.7			0.7
12	0.1			0.1
Yhteensä	210.9	43.8	3.4	258.2

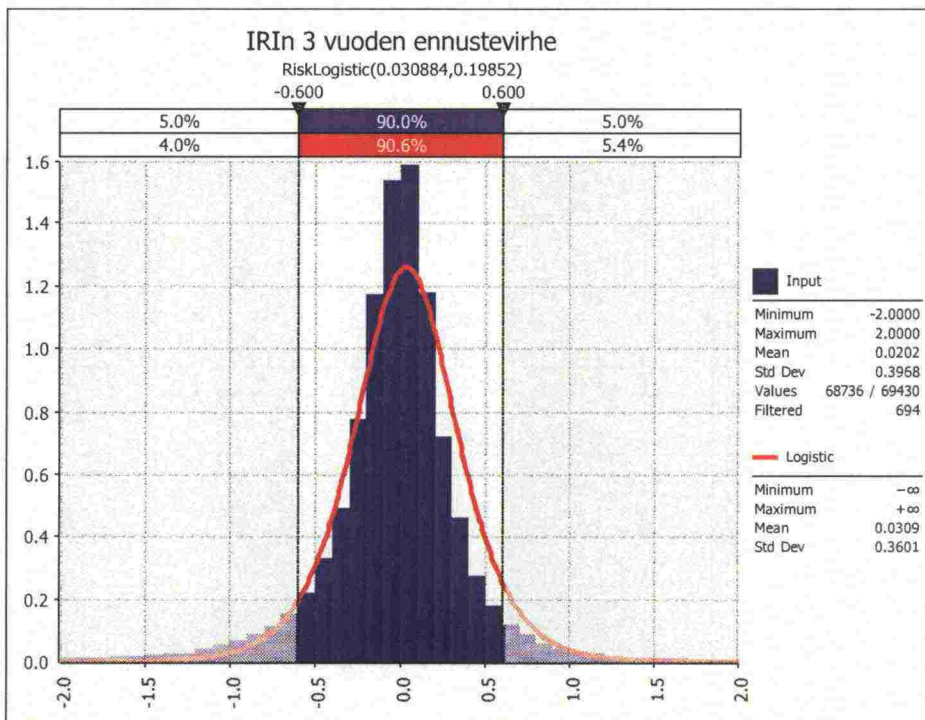
IRIn ennustemallit luokittelevat tien kunnoltaan hyviin tai huonoihin 98 %:sti oikein. Tulos näyttää hyvältä, koska hyväkuntoisten teiden määrä ja osuus on niin suuri. Huonokuntoisuutta mallit eivät ennusta kovin hyvin. Vain kaksi kolmannelle osuudelle huonokuntoisiksi oikein. IRI-malleissa on voimakasta yliennustusta eli kolmannes ennusteiden mukaan huonoksi ennustetuista ei ole mittausten mukaan huonoja.

Ennusteita saataisiin parannettua tihentämällä mittauskiertoa ja kohdistamalla mittauksia kuntoluokkiin 3 ja 4.

4.2.3 Jakaumatarkastelu

Ennustevirheiden jakaumatarkastelussa haetaan ennustevirheiden säännönmukaisuutta ja syy-seuraussuhteita jakaumatasolla tavoitteena saada mallinnettua mahdollisimman todenmukaiset jakaumat virhesimulointia varten. Ennustevirheiden virheprosessit eivät käyttydy normaalisti niin kuin olettaisi vaan ne ovat yleensä normaalijakaumia huipukkaampia. Huipukkaus on tyypillistä autokorreloituneelle tietoaineistolle, mitä 100 m raportointivälillä tuotettavat kuntomittaukset usein ovat.

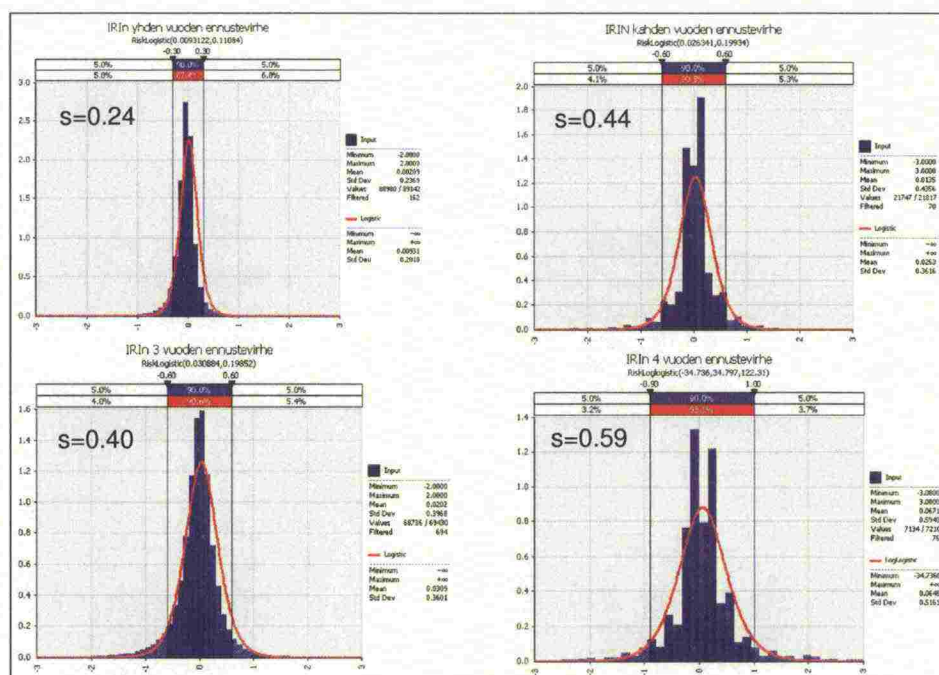
IRIn ennustevirheen jakaumat ovat melko symmetrisiä. Jakaumissa keskiarvo on yleensä lähellä nollaa, mutta hajonta kasvaa ennusteen pituuden kasvaessa. Esimerkkinä on 3 vuoden päähän tehdyn IRI-ennusteen virhejakauma seuraavassa kuvassa. Jakauma on melko hyvin hallittavissa logistisella sovituksella.



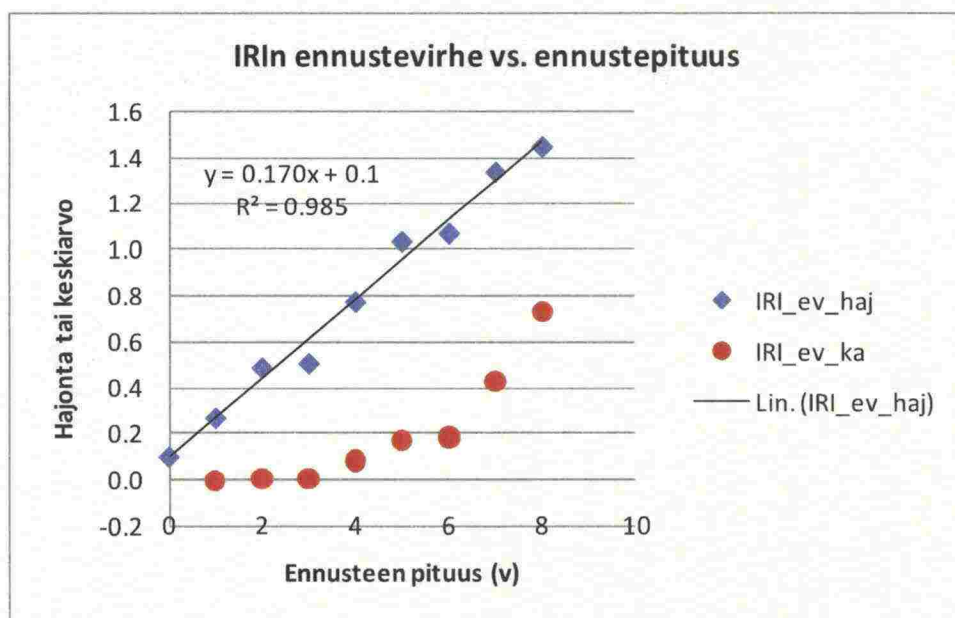
Kuva 28. IRIn 3 vuoden päähän tehdyn ennusteen virhejakauma. Ennustevirheen keskiarvo 0.02 mm/m ja hajonta 0.40 mm/m. Paras jakaumasovitus logistinen jakaumamalli.

Kuvassa 29 on neljällä eri ennustejaksolla tehtyjen ennusteiden virhejakaumat (ja niiden hajonnat). Hajonnat kasvavat voimakkaasti ennustepituuden kasvaessa.

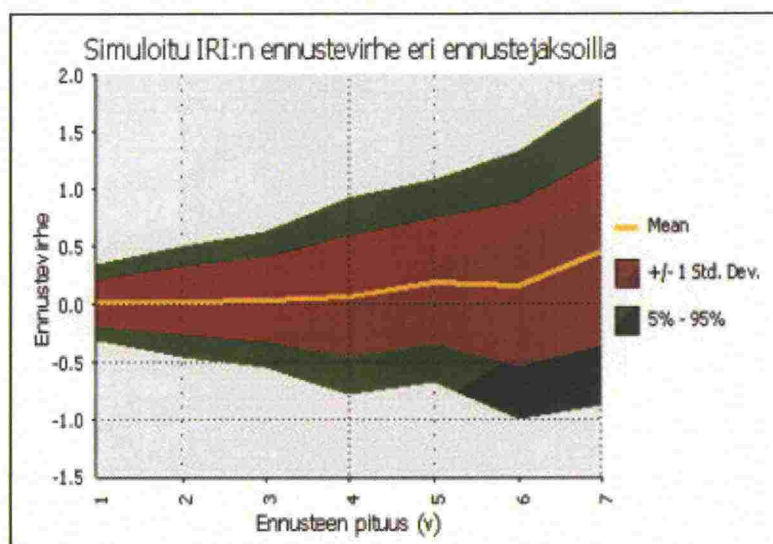
Kuvassa 31 on simuloitu IRI-ennusteen virhettä eri ennustejaksojen pituuksilla. Virhe kasvaa ennustepituuden kasvaessa kuten on odotettavissa.



Kuva 29. IRIn ennustevirheen jakaumat 1v, 2v, 3v ja 4v ennustejaksoilla. Kun ennustejakso kasvaa yhdestä vuodesta neljään vuoteen, niin ennustevirheen hajonta kasvaa 0.2 mm/m->0.6 mm/m.



Kuva 30. IRIn ennustevirheen (normaali) jakaumaparametrien riippuvuus ennustejakson pituudesta. Ennustejakson pituus kasvattaa ennustevirheen hajontaa lineaarisesti ja ennustevirheen keskiarvoa yli 3 vuoden jaksoilla eksponentiaalisesti. Normaali jakauma ei ole kuitenkaan paras jakaumasovitus ennustevirheisiin.



Kuva 31. Simuloitu IRI:n ennustevirhe ennustejaksoilla 1-7 v. Ennustevirheen keskiarvo alkaa kasvaa viiden vuoden jälkeen ja hajonta kasvaa heti 1 vuoden jälkeen. Kahden vuoden ennustejaksolla ennustevirheen 90 % vaihteluväli ulottuu IRI-tasolle ± 0.6 mm/m. Kuuden vuoden jälkeen ennustevirheen keskiarvo kasvaa voimakkaasti ja 90 %:n vaihteluväli ulottuu tasolle ± 1.0 - 1.3 mm/m.

Ennustevirheen vakavuutta voidaan arvioida esimerkiksi vertaamalla sen suuruutta kuntoluokituksen kuntoluokkien arvoalueisiin. Vertaaminen kannattaa tehdä kuntoluokkaan 3 (tydyttävä), koska siinä on suhteellisen paljon tiestöä ja huonokuntoisuuden raja on sen toinen äärilaita ja huonokuntoisuus kehittyy tielle sen luokan kautta. Kolmosluokan arvoalue on liikennemäärä- ja nopeusrajoitusluokasta riippuen välillä 0.4-2.0 mm/m. Yhden mittayksikön (mm/m) ennustevirhe voi monilla osaverkoilla aiheuttaa koko luokan ylityksen.

Taulukko 17. IRI:n arvoalue kuntoluokassa 3 (tydyttävä).

IRI:n kuntoluokan 3 (tydyttävä) arvoalue mm/m				
KVL_lk	Nopeusrajoitusluokka			
	120	100	80	60
>6000	0.4	0.6	0.8	1.2
>1500		0.8	1	1.4
>350		1	1.4	1.6
<350		1.4	1.8	2

5 TOIMENPITEIDEN VAIKUTUSMALLIEN TARKKUUS

5.1 Toimenpiteen vaikutus URAan

5.1.1 Vaikutusmalli

Päällystystoimenpiteiden vaikutus päällysteen kuntoon on esitetty omassa kirjausohjeessaan "*Päällysteiden kirjaaminen*". Siinä esitetty kirjauskäytäntö on ollut käytössä vuodesta 1999 asti. Sen mukaan päällystystoimenpide vaikuttaa päällysteen paksuuteen ja kuntomuuttujiin.

Vaikutus päällysteen paksuuteen ilmoitetaan AINA. Vaikutus ilmoitetaan cm:nä siten, että positiivinen luku lisää päällysteen paksuutta ja negatiivinen luku puolestaan pienentää paksuutta.

Toimenpiteen vaikutukset kirjataan AINA kaikille neljälle kuntomuuttujalle: kantavuus, tasaisuus, ura ja vaurio. Toimenpiteen vaikutukset määrittelee PMS-käyttäjä. Vaikutusluokat on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 18. Toimenpiteiden vaikutusluokat uraan.

MUUTTUJA	KOODI	VAIKUTUS
Urat	1	toimenpiteellä ei vaikutusta uriin
	2	poistaa urat, urautuminen noudattaa oletuskehitystä
	3	poistaa urat, urautuminen hidastuu 20 %
	4	poistaa urat, urautuminen ei muutu
	5	poistaa urat, urautuminen kiihtyy 20 %

5.1.2 Kuntoluokkatarkastelu

Toimenpiteiden ura-vaikutusmallin toimivuutta tutkittiin taulukoimalla 2323 km:n pituisen tietoaineiston jakaantumista uraluokkiin. Tietoaineisto sisältää kohteita, joille on kaikille tehty jokin ylläpitotoimenpide ja joille on ennustettu alku-ura vaikutusmallilla ja jotka on kaikki mitattu vuonna 2008. Tällaisia havaintoja oli kaiken kaikkiaan 2323 km. Sekä vaikutusmallilla ennustettu ura että mitattu ura on molemmat luokiteltu YKL:n luokituksen mukaisiin luokkiin. Ristiintaulukoinnilla on tarkasteltu miten suuri osuus luokituksista menee oikein ja miten suuri väärin. Tietoaineistossa on jakautunut melko vinosti eri uraluokkiin siten, että ennustettu uraluokka toimenpiteen jälkeen on pääasiassa 5 eli erittäin hyvä. Mitattu uraluokka on niissä tilanteissa 77.5%:sti oikein ja 22.5 %:sti väärin. Todellinen uraluokka on väärissä tapauksissa pääosin huonompi kuin ennustettu. Kun ennusteella ennustetaan uraluokkaa 4 eli hyvä niin niistä oikein luokituttavia on puolet ja väärin luokituttavia puolet. Tosin havaintojen määrä on melko pieni.

Yhteenvetona voidaan todeta, että toimenpiteen vaikutusmallit ennustavat vaikutusta uraan optimistisesti eli liian hyväksi. Virhe ei vaikuta suoraan huonokuntoisten määriin muuten kuin sitä kautta, että jos kohdetta ei mitata

moneen vuoteen, niin se tulee huonokuntoiseksi liian myöhään (olettaen, että varsinainen uraennustemalli toimii oikein). Vaikutusmalli ennustaa keskimäärin 77 % uraluokista oikein.

Taulukko 19. URAn tp-vaikutusmallin kuntoluokitustarkkuus (vaikutusluokittain).

Uran vaikutusmallin toimivuus: Kaikki vaikutusluokat

Lähde: Uran_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

VL=2-5		Mitattu URA-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	58.0 %	-	42.0 %	100 %	0
	Hyvä	1.0 %	5.3 %	21.6 %	50.3 %	21.7 %	100 %	70
	Eritt.hyvä	0.2 %	1.2 %	3.7 %	17.4 %	77.5 %	100 %	2253
Yhteensä %		0.3 %	1.7 %	5.6 %	24.3 %	100.0 %	100 %	2323
Yhteensä km		5	30	99	428	1761	Oikein% =	77 %

Uran vaikutusmallin toimivuus

Lähde: Uran_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

VL=2		Mitattu URA-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	100.0 %	-	0.0 %	100 %	0
	Hyvä	19.0 %	11.0 %	0.0 %	70.0 %	0.0 %	100 %	1
	Eritt.hyvä	0.2 %	0.6 %	1.8 %	15.1 %	82.3 %	100 %	1596
Yhteensä %		0.3 %	0.7 %	2.2 %	18.3 %	100.0 %	100 %	1596
Yhteensä km		4	10	30	241	1313	Oikein% =	82 %

Uran vaikutusmallin toimivuus

Lähde: Uran_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

VL=3		Mitattu URA-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	-	-	-	-	-
	Hyvä	0.0 %	1.1 %	2.2 %	86.8 %	9.9 %	100 %	9
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.0 %	0.5 %	31.4 %	68.1 %	100 %	104
Yhteensä %		0.0 %	0.1 %	1.0 %	56.5 %	100.0 %	100 %	113
Yhteensä km		0	0	1	41	72	Oikein% =	70 %

Uran vaikutusmallin toimivuus

Lähde: Uran_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

VL=4		Mitattu URA-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	0.0 %	-	100.0 %	100 %	0
	Hyvä	1.1 %	6.0 %	24.5 %	44.8 %	23.8 %	100 %	60
	Eritt.hyvä	0.2 %	1.5 %	8.1 %	18.3 %	71.9 %	100 %	496
Yhteensä %		0.4 %	2.9 %	14.9 %	31.7 %	100.0 %	100 %	556
Yhteensä km		2	11	55	118	371	Oikein% =	69 %

Uran vaikutusmallin toimivuus

Lähde: Uran_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

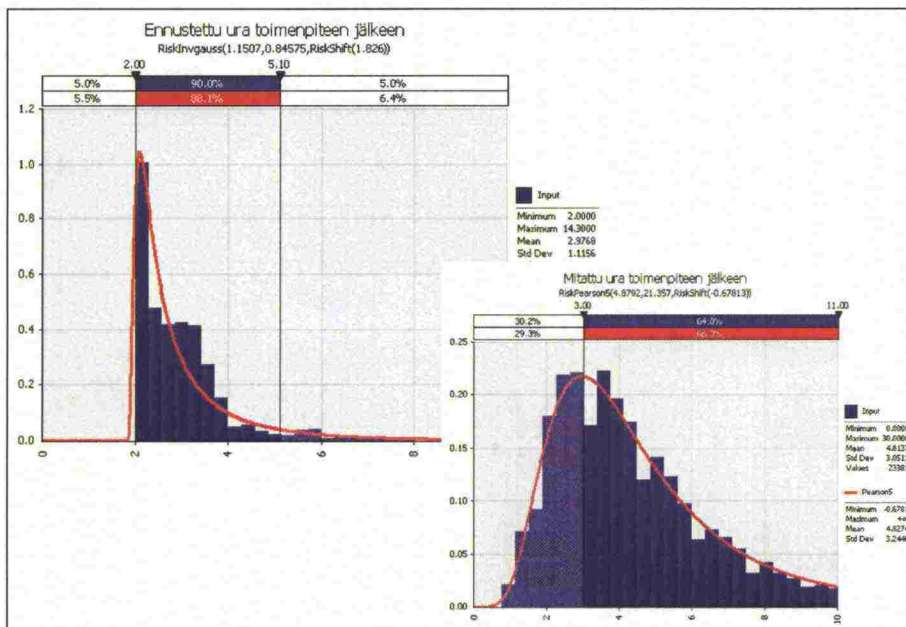
VL=5		Mitattu URA-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	100.0 %	-	0.0 %	100 %	0.1
	Hyvä	0.0 %	0.0 %	66.7 %	33.3 %	0.0 %	100 %	0.3
	Eritt.hyvä	0.3 %	15.9 %	23.4 %	50.9 %	9.6 %	100 %	57
Yhteensä %		3.1 %	165.8 %	249.6 %	533.4 %	100.0 %	100 %	58
Yhteensä km		0	9	14	29	5	Oikein% =	10 %

5.1.3 Jakaumatarkastelu

Jakaumatarkastelun tietoaineisto on sama kuin kuntoluokkatarkastelun tietoaineisto. Toimenpiteen jälkeinen ennustettu ura on keskimäärin 3 mm, mutta hyvin keskittynyt arvon 2 tuntumaan, mikä vääristää jakaumaa voimakkaasti. Alle 2 mm ennusteita ei ole lainkaan.

Mittauksilla todetun vastaavan jakauman keskiarvo on 4.8 mm ja edellistä paljon tasaisempi. Mitatussa jakaumassa on kuitenkin huomattavan paljon suuria arvoja. Mittausten aikaväliä on rajoitettu siten, että se on alle 1 vuosi toimenpiteestä.

- Mitattu data sisältää melko suuria ura-arvoja, mikä vaikuttaa epäuskottavalta. Tämä voi johtua joko mittausvirheestä tai siitä, että toimenpidettä ei olisikaan tehty sille kyseiselle jaksolle vaikka tietojärjestelmässä niin on (tällainen tilanne voi syntyä silloin jos raportoidaan jokin toimenpide tehdyksi pitemmälle jaksolle kuin mille se on todellisuudessa tehty).

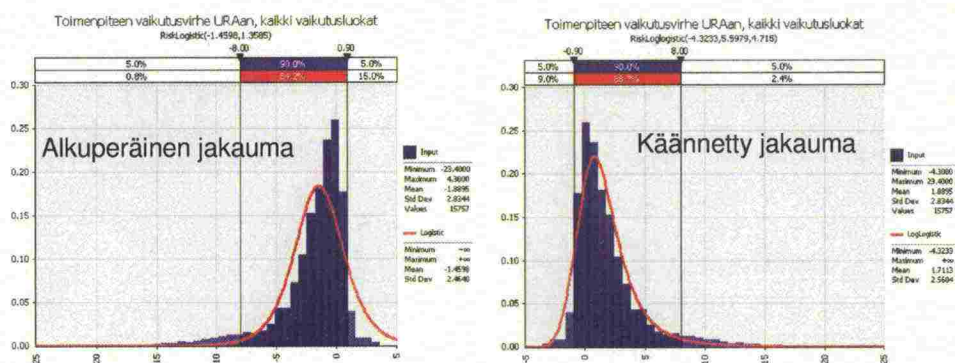


Kuva 32. Toimenpiteen jälkeen ennustetun ja mitatun URAn jakaumien tiheysfunktio.

Edellisten jakaumien erotuksena syntyy vaikutusvirheen jakauma, joka on esitetty seuraavassa kuvassa. Ylläpitotoimenpiteen uravaikutuksen vaikutusvirhe on keskimäärin -1.8 mm, mutta se jakaantuu ei-normaalisesti, mikä olikin odotettavissa edellisten jakaumien perusteella. Vaikutusvirheen jakaumaan on hankala sovittaa mitään tunnettua jakaumamallia kovin hyvin. Vaikutusvirheessä on sisällä siten useita eri "virheprosesseja", jotka tulisi selvittää ja käsitellä erikseen. Paras sovitus vaikutusvirheen jakaumalle on logistinen jakaumamalli parametreilla (-1.4406, 1.3159). Se kuitenkin hiukan aliarvioi suuria negatiivisia virheen arvoja ja yliarvioi nollan tuntumassa olevia positiivisia virheen arvoja. Kun tarkastellaan virhejakaumia vaikutus-

luokittain, niin voidaan havaita, että sen epäloogisuudet kasvavat eikä vaikutusluokista löydy jakauman epäloogisuuden syytä.

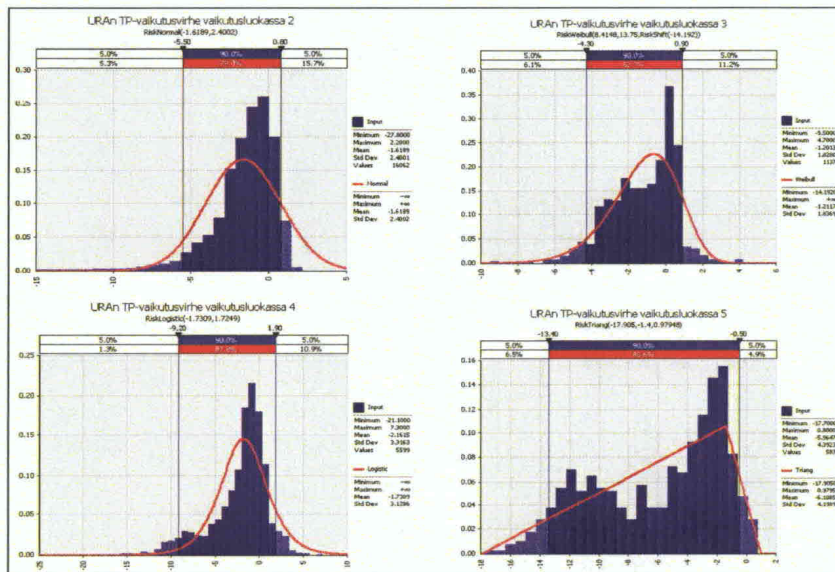
Vaikutusvirheen jakaumasovitus paranee kun jakauma käännetään (kertoamalla se miinus ykkösellä), koska vasemmalle vinoille jakaumille on enemmän sovitustavaihtoehtoja kuin oikealle vinoille jakaumille. Kuvan oikeanpuoleinen sovitus kuvaa tätä käännettä sovitusta.



Kuva 33. URAn TP-vaikutusvirheen tiheysfunktio (kaikki vaikutusluokat). Vasemmalla alkuperäinen jakauma, oikealla käännetty jakauma. Jakaumasovitus sopii paremmin käännettyyn jakaumaan (kääntäminen tehty kertomalla miinus ykkösellä), koska se on vasemmalle vino.

Toimenpiteen vaikutusvirhettä uraan eri vaikutusluokissa on havainnollistettu seuraavassa kuvassa. Vaikutusvirhejakaumat ovat monihuippuisia ja hyvin epäsymmetrisiä kertoen jostain systemaattisesta virheestä tai vääristymästä. Kuvista nähdään, että virheet eivät tule normaaleista prosesseista, missä virheen jakauma on yleensä normaalin. Epäsymmetrisyys voi olla peräisin useista lähteistä, joista mahdollisia ovat mm. seuraavat:

- toimenpiteiden kirjauskäytäntö on puutteellinen. Toimenpiteitä joko jää kirjaamatta tai niitä kirjataan todellista suuremmalle pituudelle.
- vaikutusluokkien kirjaus on epäyhtenäistä ja voi vaihdella käyttäjästä riippuen suuntaan tai toiseen.
- itse vaikutusluokat eivät kuvaa todellista vaikutusta vaan keskiarvoistavat sitä ja peittävät siten vaikutuksen todellisen suuruuden.



Kuva 34. URAn TP-vaikutusvirheen tiheysfunktiot vaikutusluokittain luokissa 2-5.

Vaikutusluokassa 2 vaikutus poistaa urat kokonaan ja toimenpiteen jälkeinen urakehitys on oletuskehityksen mukainen. Mittaustiedon perusteella urat eivät ole kuitenkaan poistuneet siinä määrin ja keskimäärin virhe on -1.6 mm (vasen yläkuva). Tässä vaikutusluokassa on pääosa tietoaaineiston havainnoista.

Vaikutusluokan 3 vaikutus poistaa urat ja hidastaa urautumiskehitystä 20 %. Havaintoja on ollut 1137 kpl. Vaikutusvirheen tasoero on -1.2 mm. Virhejakaumaan ei sovi mikään käytettävissä olevista jakaumamalleista (oikea yläkuva).

Vaikutusluokan 4 vaikutus poistaa urat ja pitää urautumiskehityksen ennallaan. Tämän vaikutusvirheen tasoero on suurin, -2.1 mm, mutta siihen osuus silti parhaiten sovitettava jakaumamalli. Tietoaaineistossa on kuitenkin selvästi myös toinen jakauma, jonka keskiarvo on kohdassa -8 mm (vasen alakuva).

Vaikutusluokan 5 vaikutus poistaa urat kokonaan, mutta urautuminen kiihtyy 20 %. Tämä liittyy sellaisiin toimenpiteisiin, joilla paikataan uria helposti kuluville massoilla. Mitattu ura on lähes kaikissa tilanteissa ollut ennustettua suurempi ja siksi vaikutusvirhe on negatiivisella puolella. Virhejakaumassa on kaksi eri jakaumaa, mikä osoittaa, että vaikutusmekanismeissa on kaksi erilaista osaa, joille tulisi olla oma vaikutusluokkansa (oikea alakuva).

Vaikutusluokittaisia virhejakaumia ei voida käyttää virhesimuloinnissa, koska jakaumasovituksat ovat niin huonot. Sen sijaan kaikkien vaikutusluokkien käännettyä yhteisjakaumaa voidaan käyttää sellaisenaan.

5.2 TP-vaikutus IRI:iin

5.2.1 Vaikutusmalli

Toimenpiteet vaikuttavat tasaisuuteen vaikutusluokkien kautta. Vaikutusluokkia on 5 ja ne vaikuttavat tasaisuuteen välillä 0-1 mm/m. Vaikutusluokat on esitelty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 20. Toimenpiteiden vaikutuskoodit ja vaikutus tasaisuuteen.

MUUTTUJA	KOODI	VAIKUTUS
Tasaisuus	1	toimenpiteellä ei vaikutusta tasaisuuteen
	2	tasaisuus on hyvä, päällysteluokan oletusarvo
	3	tasaisuuden IRI-arvo alenee 1,0 mm/m
	4	tasaisuuden IRI-arvo alenee 0,5 mm/m
	5	tasaisuuden IRI-arvo kasvaa 0,2 mm/m

5.2.2 Kuntoluokkatarkastelu

Toimenpiteiden IRI-vaikutusmallin toimivuutta tutkittiin taulukoimalla 2776 km:n pituisen tietoaineiston jakaantumista IRI-luokkiin. Tietoaineisto sisältää kohteita, joille on kaikille tehty jokin ylläpitotoimenpide ja joille on ennustettu alku-IRI vaikutusmallilla ja jotka on kaikki mitattu vuonna 2008. Tällaisia havaintoja oli kaiken kaikkiaan 2776 km. Sekä vaikutusmallilla ennustettu IRI että mitattu IRI on molemmat luokiteltu YKL:n luokituksen mukaisiin luokkiin. Ristiintaulukoinnilla on tarkasteltu miten suuri osuus luokituksista menee oikein ja miten suuri väärin. Tietoaineistossa on jakautunut melko vinosti eri IRI-luokkiin siten, että ennustettu luokka toimenpiteen jälkeen on pääasiassa 4 eli hyvä. Mitattu luokka on niissä tilanteissa 43%:sti oikein ja 77 %:sti väärin. Todellinen IRI-luokka on väärissä tapauksissa pääosin parempi kuin ennustettu. Kun ennusteella ennustetaan luokkaa 5 eli hyvä niin niistä oikein luokituttavia on noin puolet ja väärin luokituttavia noin puolet. Tosin havaintojen määrä on edellistä vähäisempi.

Yhteenvedona voidaan todeta, että toimenpiteen vaikutusmallit ennustavat vaikutusta IRI:n pessimistisesti eli liian huonoksi. Virhe ei vaikuta suoraan huonokuntoisten määriin muuten kuin sitä kautta, että jos kohteita ei mitata moneen vuoteen, niin ne tulevat huonokuntoiseksi liian aikaisin (olettaen, että varsinainen ennustemalli toimii oikein).

Vaikutusmalli ennustaa keskimäärin 44 % IRI-luokista oikein. IRI:n lähtötietomalliksi vaikutusluokkien ennustekyky on melko huono, mutta virhe ehtii korjaantua mittauksilla ennen kuin tie saavuttaa huonokuntoisuuden.

Havaintojen määrä keskittyy vaikutusluokkaan 2 ja muissa vaikutusluokissa (3 ja 4) on melko vähän havaintoja. Käytettävä tietoaineisto mahdollistaa siten vain vaikutusluokan 2 (oletusarvo) toimivuuden tarkastelun. Mittausten perusteella voidaan nähdä, että päällysteen tasaisuus ei ole toimenpiteen jälkeen parhaassa luokassa kuin noin puolessa tilanteista.

Taulukko 21. IRIn tp-vaikutusmallin kuntoluokitustarkkuus.

IRIn vaikutusmallin toimivuus: kaikki vaikutusluokat

Lähde: IRIn_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

IRI		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	12.0 %	-	40.4 %	100 %	73
	Hyvä	0.3 %	0.5 %	4.3 %	43.0 %	51.9 %	100 %	2139
	Eritt.hyvä	0.3 %	0.5 %	4.8 %	42.3 %	52.1 %	100 %	540
Yhteensä %		0.3 %	0.6 %	4.6 %	43.0 %	51.5 %	100 %	2776
Yhteensä km		9	17	129	1193	1429	Oikein% =	44 %

IRIn vaikutusmallin toimivuus: Vaikutusluokka 2

Lähde: IRIn_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

IRI		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	11.9 %	-	40.7 %	100 %	72
	Hyvä	0.2 %	0.5 %	4.1 %	42.8 %	52.4 %	100 %	2059
	Eritt.hyvä	0.3 %	0.5 %	4.5 %	42.3 %	52.4 %	100 %	534
Yhteensä %		0.3 %	0.6 %	4.5 %	42.8 %	51.9 %	100 %	2689
Yhteensä km		8	16	120	1150	1395	Oikein% =	43 %

IRIn vaikutusmallin toimivuus: Vaikutusluokka 3

Lähde: IRIn_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

IRI		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	-	-	-	-	0
	Hyvä	0.4 %	4.6 %	61.5 %	33.6 %	0.0 %	100 %	26
	Eritt.hyvä	-	-	-	-	-	-	0
Yhteensä %		0.4 %	4.6 %	61.5 %	33.6 %	0.0 %	100 %	26
Yhteensä km		0	1	16	9	0	Oikein% =	34 %

IRIn vaikutusmallin toimivuus: Vaikutusluokka 4

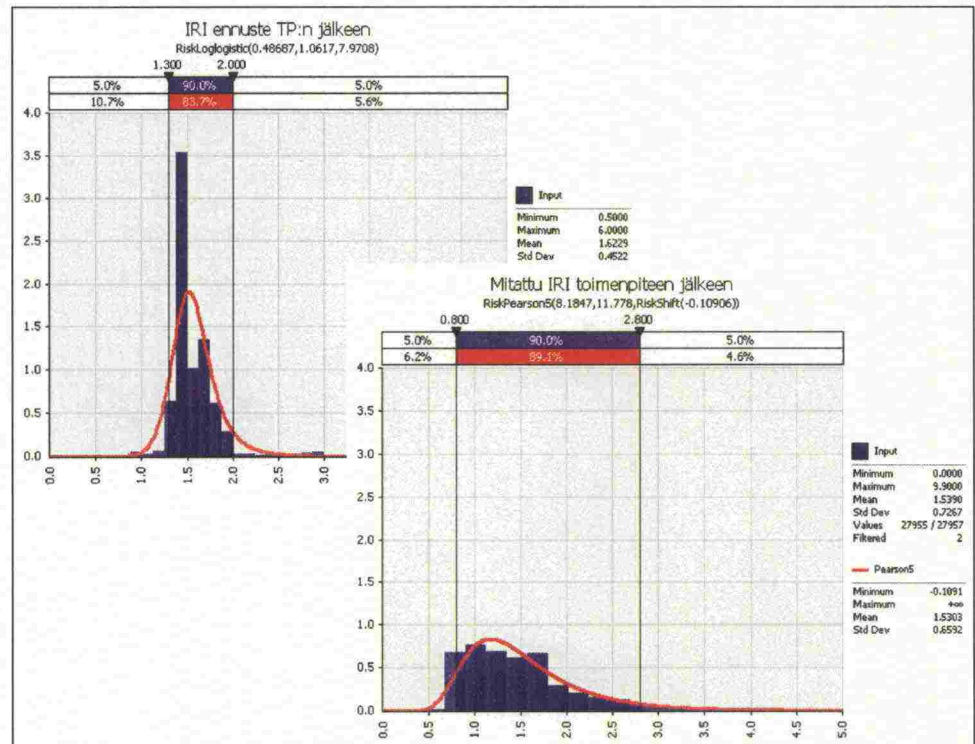
Lähde: IRIn_vaikutusmallin_toimivuus.xlsx

TP-vaikutus		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	-	-	-	-	-	-	-
	Huono	-	-	-	-	-	-	-
	Tyydyttävä	-	-	28.6 %	-	14.3 %	100 %	1
	Hyvä	0.8 %	1.3 %	10.7 %	44.7 %	42.5 %	100 %	55
	Eritt.hyvä	0.0 %	1.6 %	27.8 %	47.6 %	22.9 %	100 %	6
Yhteensä %		0.8 %	1.3 %	12.6 %	45.2 %	40.2 %	100 %	61
Yhteensä km		0	1	8	28	25	Oikein% =	42 %

5.2.3 Jakaumatarkastelu

Jakaumatarkastelussa käytetty tietoaaineisto on sama kuin luokittelutarkastelussa. Tarkasteltavat muuttujat ovat toimenpiteen jälkeiset ennustetut ja mitatut IRI:t jatkuvina muuttujina. Ennustetun IRIn jakauma on huipukas ja epä-

symmetrinen, koska ennusteissa on ollut käytössä suhteellisen vakio toimenpiteen jälkeinen alkuarvo. Mitattu IRI-jakauma on säännöllisempi, mutta epäsymmetrinen, koska sitä rajoittaa vasemmalla nollaraja. Vaikutusvirhe on ennustetun ja mitatun erotus.

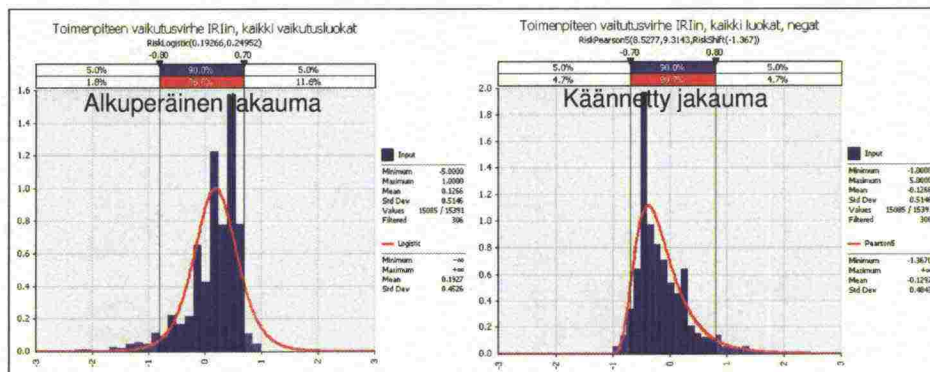


Kuva 35. Ennustettu ja mitattu IRI toimenpiteen jälkeen.

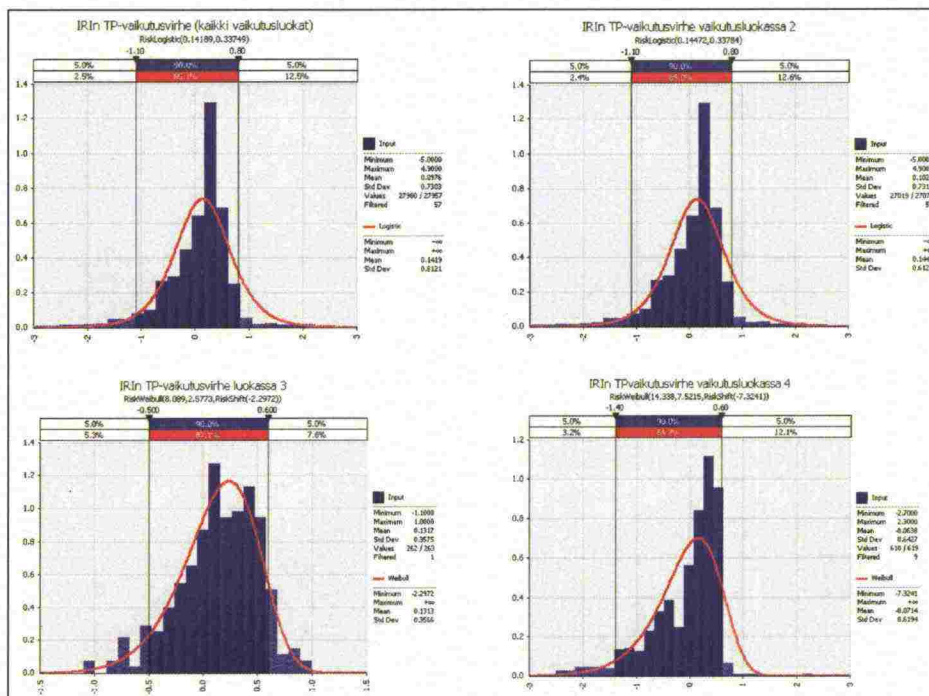
Toimenpiteiden vaikutusvirhe IRI:n vaihtelee välillä $-3...+3$ mm/m ollen keskimäärin 0.1 mm/m. Kaikki vaikutusluokat sisältävä virheen jakauma on epäsymmetrinen ja vaikeasti mallinnettavissa. Siihen ei sovi mikään jakaumamalli kunnolla.

Aineisto sisälsi vaikutusluokkia 2, 3 ja 4 ja luokat 1 ja 5 jäivät puuttumaan. Pääosa aineistosta on vaikutusluokkaa 2.

IRI:n vaikutusvirhe on hiukan paremmin mallinnettavissa kuin urien vaikutusvirhe. Virhejakaumat ovat epäsymmetrisiä ja joissakin on myös lievää monihuippuisuutta. Jakaumien sovitus onnistuu kuitenkin kohtalaisesti. Vaikutusvirheeseen sopii parhaiten joko logistinen tai weibull-jakauma.

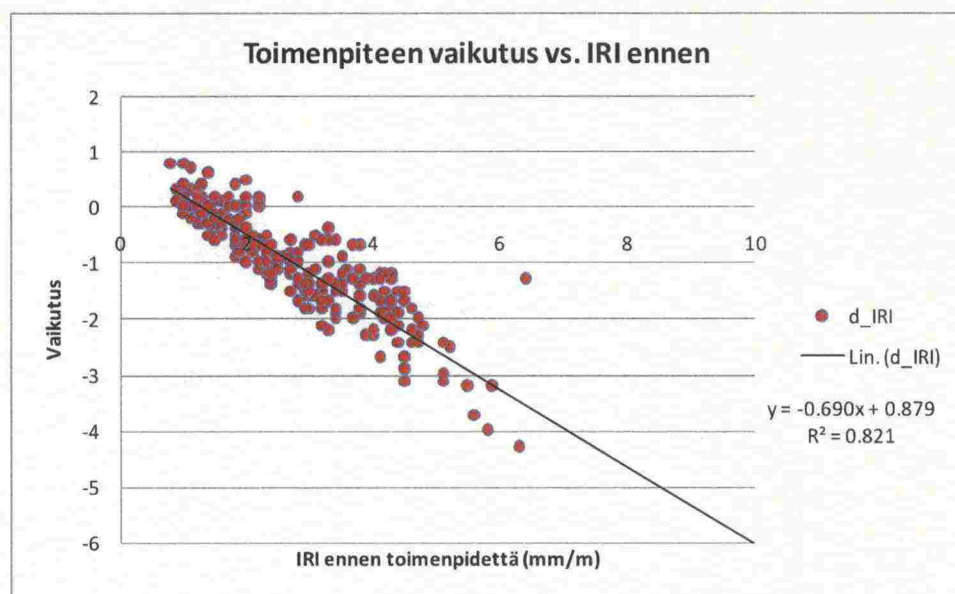


Kuva 36. IRIn TP-vaikutusvirheen tiheysfunktio (kaikki vaikutusluokat). Vasemmalla alkuperäinen sovitus ja oikealla käännetyn jakauman sovitus.



Kuva 37. IRIn TP-vaikutusvirheiden tiheysfunktiot vaikutusluokittain (vaikutusluokat 1 ja 5 puuttuvat). Vaikutusluokittaiset sovitukset edellyttävät jakauman kääntämistä ennen sovitusta.

Seuraavassa kuvassa on esimerkki päälystystoimenpiteen todellisesta vaikutuksesta vaikutusluokassa 3. Luokitusohjeen mukaan toimenpiteen parantava vaikutus on 1 mm/m kun taas kuvassa vaikutus on välillä -4 ... +1 mm/m. Vaikutusmallia olisi helppo täydentää kuvan perusteella esimerkiksi ottamalla kuvan lineaarinen malli vaikutusmalliksi. Pelkkä lineaarinen vaikutusmalli lähtötason funktiona olisi parempi malli kuin vaikutusluokkamalli. Sen lisäksi malliin todennäköisesti löytyy merkittäviä toimenpiteen tyyppiin liittyviä selittäjiä, joilla selitysaste paranisi.



Kuva 38. Päälystystoimenpiteen todellinen vaikutus IRI:iin vaikutusluokassa 3 IRI:n eri lähtötasoilla.

6 HUONOKUNTOISTEN TEIDEN ENNUSTETARKKUUS

6.1 Uraltaan huonokuntoiset

6.1.1 Ennusteen aikajakson vaikutus tarkkuuteen

Urautumisen hallinta perustuu toiminnansuunnittelussa pääosin siihen, että tunnistetaan tieverkolta urautuneet kohteet ei-urautuneista kohteista ja asetetaan tavoitteita niiden vähenemiselle. Urautuneiden kohteiden tunnistustarkkuus riippuu siitä miten hyvin erottelu pystytään tekemään. Jos kaikki tieverkon tiet mitattaisiin kokonaan, ei urautumisen ennustamisessa tarvittaisi ennustetta ollenkaan ja tällöin tunnistustarkkuus olisi 100 % molemmissa tilanteissa. Todellisuudessa mittausten edustavuus ei ole niin suuri ja siksi osa verkon urautuneisuudesta ennustetaan edellisen mittaustiedon ja uraennusteen avulla.

Jako hyvä- ja huonokuntoisuuden välillä tapahtuu yhtenäisen kuntoluokituksen raja-arvojen pohjalta siten, että hyväkuntoisia teitä ovat kuntoluokkien 3,4 ja 5 tiet ja vastaavasti huonokuntoisia kuntoluokkien 1 ja 2 tiet.

Uran tunnistusmenettelyn hyvyttä voidaan arvioida kahdella tunnusluvulla, jotka ovat

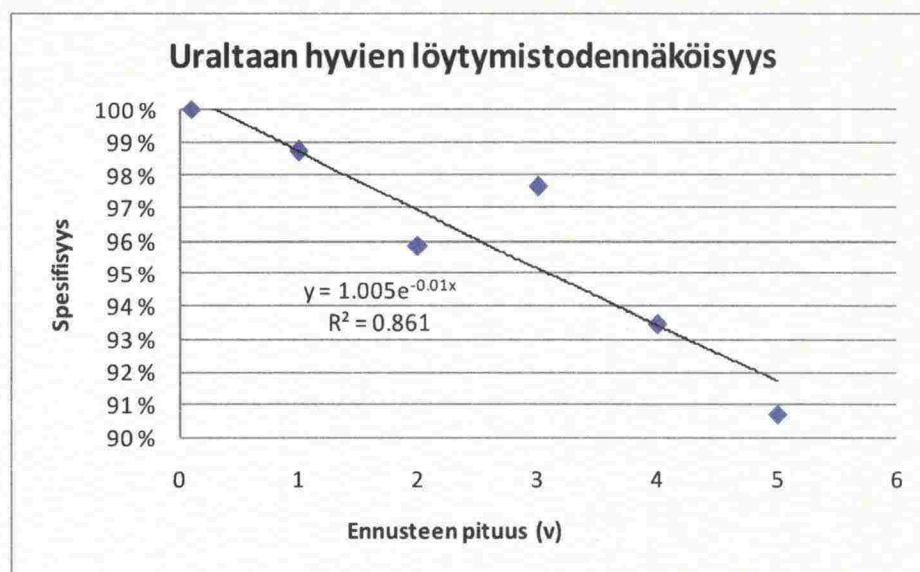
- spesifisyys, Sp , hyvien teiden erottelukyky
- sensitiivisyys, Se , huonojen teiden erottelukyky

Spesifisyys lasketaan jakamalla hyväkuntoisiksi oikein ennustettujen teiden määrä todellisuudessa hyväkuntoisten teiden määrällä. Vastaavasti sensitiivisyys lasketaan jakamalla huonokuntoisiksi oikein ennustettujen teiden määrä todellisuudessa huonokuntoisiksi todettujen määrällä.

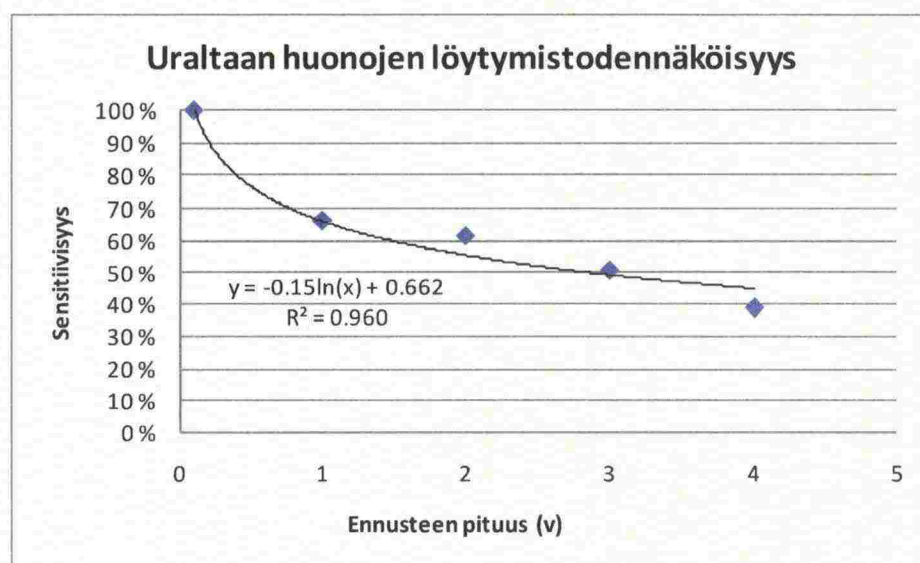
Taulukko 22. Ennusteen hyvyyden mittarit ja niiden laskentaperuste.

Ennustettu mallilla	Mitattu todellinen			Mittarit
	Hyvä	Huono	Yhteensä	
	Hyvä	Huono	Yhteensä	
Hyvä	a	c	a+c	$Sp=a/(a+b)$
Huono	b	d	b+d	$Se=d/(c+d)$
Yhteensä	a+b	c+d	a+b+c+d	

Uran ennuste on aina epätarkempi kuin mittaustarkkuus ja suurenee ennustejakson pidentyessä. Sekä hyvien että huonojen teiden löytymistarkkuus on aina täydellinen, 100 %, silloin kun koko verkko on kokonaan mitattu eikä ennusteita ole käytössä. Mitä pitemmäksi ennustejaksot muodostuvat sitä suuremmaksi ennustevirhe kasvaa. Mitä suurempi osa tieverkosta joudutaan ennustamaan sitä enemmän vääriä kuntoluokitustapauksia esiintyy.



Kuva 39. Uraennusteen pituuden vaikutus uriltaan hyväkuntoisten teiden löytymistarkkuuteen (Ennustemenettelyn spesifisyyteen Sp). Aineisto vuoden 2008 mittaukset 18 186 km. Nollakohta on kiinnitetty 100 %:iin. Mallia voidaan käyttää eripituisille ennustejaksoille tehtävien ennusteiden hyvyyden arvioinnissa.



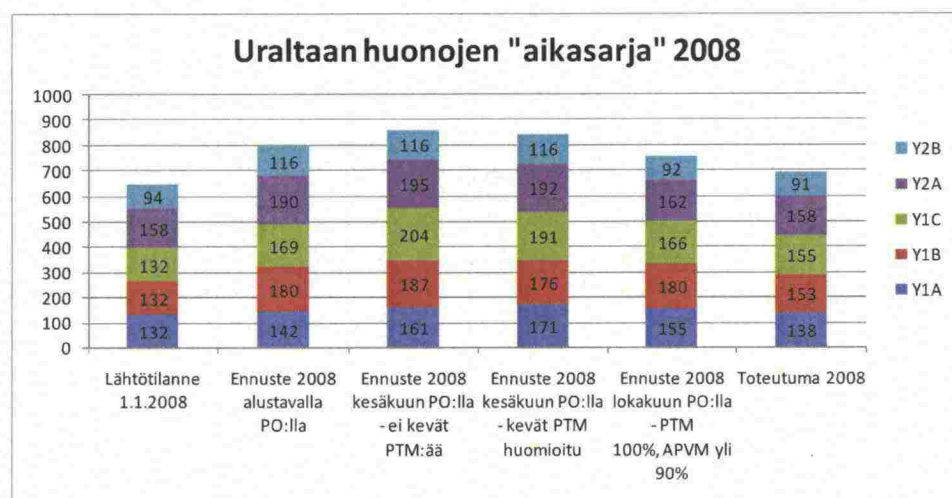
Kuva 40. Uraennusteen pituuden vaikutus uriltaan huonokuntoisten teiden löytymistarkkuuteen (Ennustemenettelyn sensitiivisyys Se). Aineisto vuoden 2008 mittaukset 18 186 km. Nollakohta on kiinnitetty 100 %:iin. Mallia voidaan käyttää eripituisille ennustejaksoille tehtävien ennusteiden hyvyyden arvioinnissa.

6.1.2 Huonokuntoisten teiden ennustetarkkuus

Huonokuntoisten teiden määrä tietojärjestelmissä muuttuu toiminnansuunnitteluvuoden aikana riippuen vuodenajasta ja tietojen päivityksen tilasta. Seuraavassa kuvassa on esitetty uriltaan huonojen teiden määrän aikasarja yh-

den toiminnansuunnittelukauden aikana sen eri vaiheissa. Toiminnansuunnittelussa voidaan todeta mm. seuraavia eri vaiheita:

- Lähtötilanne on se tila tieverkon huonokuntoisuudessa, johon sitä seuraava tulostavoite perustuu. Se on yleensä vuoden alun tilanne.
- Lähtötilanteen jälkeen asetetaan piirin tulostavoite (tämä joudutaan usein tekemään kuitenkin alustavien lähtötietojen perusteella)
- Tässä välissä voisi olla kevään ensimmäinen ennuste (ei ole kuvasa) eli se tila, joka seuraa kun talvenaikainen urautuminen on syntynyt. Tähän tilaan suunnitellaan päällystysohjelma.
- Ennuste alustavan päällystysohjelman jälkeen. Tämä on kuntoennuste, jossa on mukana sekä talven aikainen kuntokehitys että alustavan päällystysohjelman vaikutus.
- Ennuste kesäkuun päällystysohjelman jälkeen. Päällystysohjelmaa on tarkennettu.
- Ennuste kesän päällystysohjelmalla. Tähän ennusteeseen on tarkennettu uraennusteiden vaikutusta kevään aikana tehdyillä uramitauksilla.
- Lokakuun ennuste. Tähän ennusteeseen on otettu mukaan kesän aikana tehdyt mittaukset (ja tämä koskee enemmänkin tasaisuustilannetta).
- Vuoden lopun ennuste. Tähän ennusteeseen on otettu mukaan sekä toteutetun toimenpideohjelman vaikutukset että vuoden aikana tehdyt kuntomittaukset.



Kuva 41. Uraltaan huonojen teiden määräennusteet ylläpitoluokittain yhden toiminnansuunnittelukauden aikana. Lähde: Kuntotavoiteraportti, Juho Meriläinen.

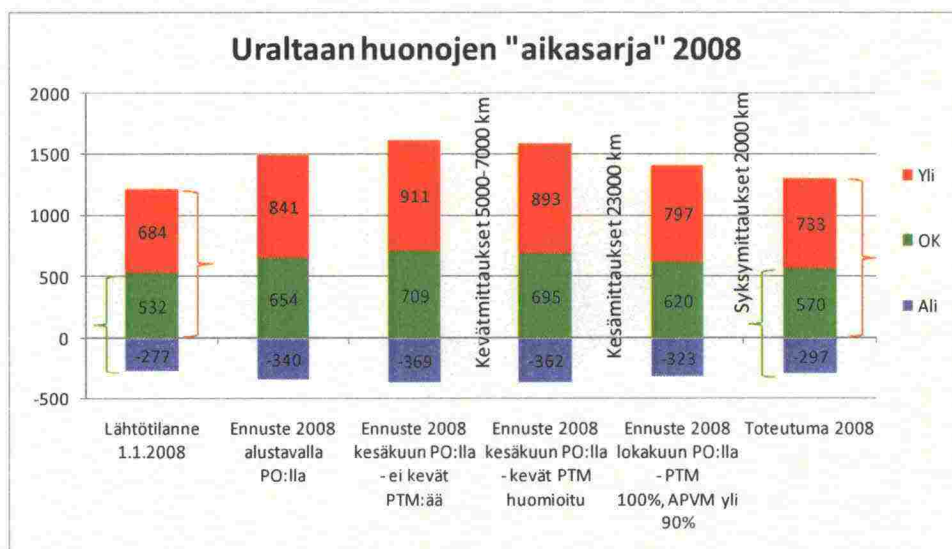
Huonokuntoisuuden ennustetarkkuuden tiloja on kolme, jotka ovat aliennustus, oikein ennustus ja yliennustus. Ali- ja yliennustustilat aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia ylläpitoon.

- Aliennustus tarkoittaa sitä, että ennustemallin mukaan tiejakso on hyvässä kunnossa vaikka se todellisuudessa (mittausten mukaan) olisi huonossa kunnossa. Kuntoennuste siten aliennustaa tien kuntoa. Aliennustustila aiheuttaa sellaisia ongelmia, että todellisia liikenne-

teelle huonoja jaksoja ei tunnisteta ja toisaalta ne paljastuvat myöhemmin mittauksissa aiheuttaen yllätyksiä tulostavoitteen mittaamisessa. Aliennustustilanne aiheuttaa tien käyttäjälle lisäkustannuksia, mm. vesiliittoriskiä.

- Oikein ennustus tarkoittaa sitä, että sekä ennuste että mittaus luokittelevat tien huonoksi (ja miksei myös hyväksi mutta tässä ei tarkastella niitä tiejaksoja).
- Yliennustus tarkoittaa sitä, että ennustemalli luokittelee tiejakson huonoksi vaikka mittauksen mukaan se ei sitä ole.

Huonokuntoisuuden ennustamisen toimivuutta tarkastellaan oheisen kuvan perusteella. Siinä on sovellettu yli- ja aliennustustilanteiden määriä koko verkolle ja koko toiminnansuunnittelukaudelle. Periaatteessa aito soveltamistilanne on vain lähtötilanteeseen soveltaminen eli kuvan vasemmanpuoleisin pylväs. Muiden tilanteiden kohdalla tulisi huomioida lisäksi talvenajan rappeutumista ja mittausten kertymistä paremmin (mitä ei ole kuitenkaan kuvassa tehty). Kevät-, kesä- ja syksymittausten toteutumisen jälkeen pylväiden sinisten ja punaisten osuuksien tulisi vähentyä ja riippua mittausmääristä.



Kuva 42. Uraltaan huonojen teiden määräennusteet ennusteiden hyvyysarvioiden mukaan yhden toiminnansuunnittelukauden aikana. Lähtötilanteessa, vuoden alussa 1.1.2008, 532 km on ennustettu huonoiksi niin kuin on oikein, 277 km todellisista huonoista jää aliennustuksen takia puuttumaan ja 684 km on yliennustuksen takia ennustettu huonoiksi väärin. Luvut on laajennettu koskemaan koko verkkoa. Mukana ovat vain ylläpitoluokat Y1a...Y2b. Lähde: Kuntotavoiteraportti + uraennusteen toimivuustarkastelu.

6.1.3 Esimerkki mittauspolitiikan vaikutuksesta kohteiden ajoitukseen

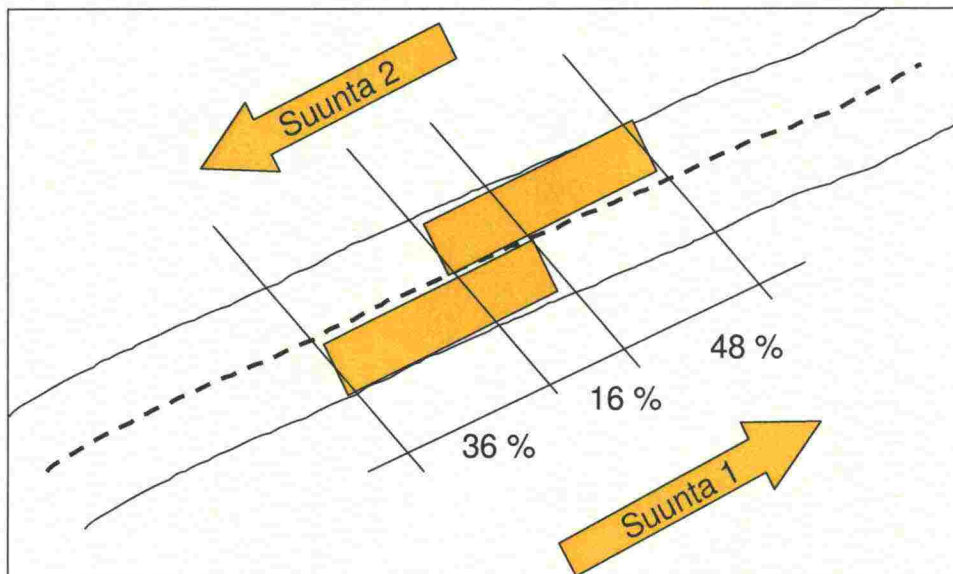
Huono- ja hyväkuntoisten teiden löytymisen todennäköisyyksiä voidaan käyttää hyväksi seuraavan esimerkkilaskelman tapaan. Esimerkissä on neljä kuvitteellista piiriä, joilla on yhtä suuri tieverkko, mutta erilaiset mittauspolitiikat. Kullakin tiepiirillä on 5000 km yksiajorataista kaksisuuntaista tiestöä (yhteen-

sä 10 000 kaista-km), missä huonokuntoisten teiden osuus on 125 km/suunta.

Piiri A mittaa koko tieverkon molemmat suunnat. Piiri B mittaa koko tieverkon yhden suunnan. Piiri C mittaa 50 % ykkössuunnasta ja piiri D 30 % ykkössuunnasta.

Mittaamatta olevien tiejaksojen ennustevirhettä arvioidaan edellä esitettyjen sensitiivisyys-spesifisyys-kaavojen avulla. Huonokuntoisten jaksojen löytymistä kakkossuunnassa arvioidaan ykkössuunnassa tehdyn mittauksen avulla. Vastaavuus kakkossuunnan huonojen määrälle ykkössuunnan tiedon perusteella perustuu erään piirin päätiestöllä molempiin suuntiin tehtyihin mittauksiin. Sen perusteella ykkössuunnan mittauksella saadaan selville keskimäärin 25 % kakkossuunnan huonojen määrästä (kun huonojen osuus tiestöllä on noin 2.3 %). Tähän voi vaikuttaa huonojen osuuden muuttuminen eikä sitä asiaa ole tutkittu tässä yhteydessä eikä aiemminkaan tarkemmin.

Ykkössuunnan uran korrelaatio kakkossuunnan uran kanssa on noin 77 % (IRIn korrelaatio vain 67 %). Kun käytetään uran huonokuntoisuuden raja-arvona 17 mm, niin ykkössuunnan mittauksen perusteella huonoksi päätelty tiejakso osuu oikein kakkossuunnassa vain 25 % tapauksista ja väärin 75 % tapauksissa. Tätä tietoa hyväksi käyttäen voidaan arvioida miten hyvin kakkossuunnan kohteiden ajoitus onnistuu ykkössuunnassa mitatun kuntotiedon perusteella.



Kuva 43. Ykkössuuntaan tehdyn mittauksen perusteella todettu huonokuntoisuus (uraisuus) selittää kakkossuunnan huonokuntoisuutta vain 25 %:n verran (=16/64). Lähdeaineistona on erään piirin molempiin suuntiin mitattua päätiestöä.

Eri mittauspolitiikkaa käyttävien piirien kohteiden ajoitusvertailu on esitetty tarkemmin seuraavassa taulukossa. Piirillä A huonokuntoisten paikannus onnistuu täysin ja se päällystää 125 km kummankin suunnan kohteita. Piiri B löytää ykkössuunnassa kaikki huonokuntoiset kohteet, mutta kakkossuunnassa vain 25 % niistä. Vastaavasti sillä jää löytymättä kakkossuunnan to-

dellisiä kohteita 75 %. Ennustetarkkuudesta johtuen ylimääräisiä huonoja löytyy 68 % ja piiri päällystää saman 250 km kuin piiri A, mutta tulee toimeen pienemmillä kustannuksilla, koska säästää mittauksissa 175 t€/v.

Vastaavasti piirit C ja D löytävät kohteita oikein tai väärin mittauspolitiikan mahdollistamin löytymistarkkuuksin ja kaikki pirin päällystävät saman 250 km.

Piirin B, C ja D kokonaiskustannukset ovat noin 4.5 M€/v ja piirin A kokonaiskustannukset ovat kohonneiden mittauskustannusten takia 4.7 M€/v. Kohteiden ajoitusvirheistä on johdettavissa lisäkustannuksia, mm. liian aikaisen kohteen korkokustannus tai liian myöhäisen kohteen liikennehaitat, mutta niitä ei tässä yhteydessä huomioida. Niiden määrittäminen tarkemmin olisi hyvä tehdä, jotta päällystystoiminnan onnistumista voitaisiin analysoida kustannuspohjaisesti.

Taulukko 23. Esimerkilaskelma löytymistarkkuuksien käyttämisestä päällysteiden ohjelmoinnin ennustamisessa.

Lähtötiedot	Piiri A	Piiri B	Piiri C	Piiri D
- tieverkko	5000	5000	5000	5000
- huonoja	125	125	125	125
- hyviä	4875	4875	4875	4875
Mittauspolitiikka	Molemmat suunnat	Toinen suunta	Toinen suunta 50%	Toinen suunta 30%
Suunnan 1 kuntotiedon keskimääräinen ikä (v)	0	0	0.5	1.2
Suunnan 2 kuntotiedon keskimääräinen ikä (v)	0	-	-	-

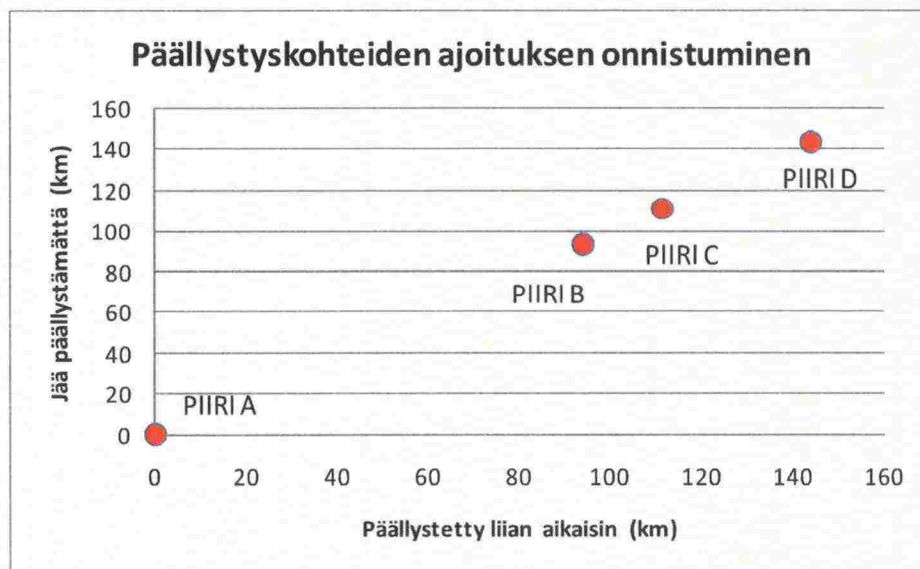
Laskelma			Piiri A	Piiri B	Piiri C	Piiri D
Mittauspolitiikka →			Molemmat suunnat	Toinen suunta	Toinen suunta 50%	Toinen suunta 30%
Virheennustussuudet	Suunta 1	Ali	0 %	0 %	0 %	1 %
		Oikein	100 %	100 %	83 %	72 %
		Yli	0 %	0 %	17 %	28 %
	Suunta 2	Ali	0 %	75 %	79 %	82 %
		Oikein	100 %	25 %	21 %	18 %
		Yli	0 %	68 %	79 %	82 %
Virheennustusmäärät (km)	Suunta 1	Ali	0	0	12	41
		Oikein	125	125	104	89
		Yli	0	0	21	36
	Suunta 2	Ali	0	94	99	103
		Oikein	125	40	26	22
		Yli	0	85	99	103
Päällystysmäärät (km)			250	250	250	250
Päällystyskustannukset (t€/v)			4375	4378	4375	4375
Mittauskustannukset			350	175	88	53
Kustannukset yhteensä (t€/v)			4725	4553	4463	4428

Tarpeesta päällystetty (km)	250	156	139	106
Tarpeesta päällystetty (%)	100 %	63 %	56 %	42 %
Päällystetty liian aikaisin (km)	0	94	111	144
Jää päällystämättä (km)	0	94	111	144

Piirit B,C ja D päällystävät todellisesta tarpeesta vain 63-42 %, koska muut päällystyskohteet ajoittuvat väärin. Ajoitusvirheen alaisia kohteita on siten kumpaankin suuntaan mittauspolitiikasta riippuen ± 94-144 km/v. Seuraavassa kuvassa on esitetty kunkin piirin ajoitusvirhettä sisältävien kohteiden määrä, X-akselilla liian aikaisin ajoittuvien kohteiden määrä ja Y-akselilla liian myöhään ajoittuvien kohteiden määrä. Kuvasta nähdään, että ajoitusvirhe on merkittävä toiminnan tehokkuuden kannalta. Laskelma ei ole täysin kattava, koska sitä tulisi jatkaa useita vuosia eteenpäin, jotta nähtäisiin miten ajoitusvirhettä sisältävät kohteet kumuloituvat. Toisaalta päällystyskohteissa aina on vaikuttamassa ns. peittoprosentti eli todelliset kohteet ovat noin 3 kertaa pitempiä kuin mitä huonokuntoinen tiepituus. Sillä on oma vaikutuksensa laskelmaan.

Puuttumaan jääneet kohteet vaikuttavat tulevaisuudessa piirin kustannuksia nostavasti – eli vahinko (ja kustannukset) siirtyy. Toisaalta jos sitä ei huomioida, niin silloin pitäisi huomioda, että vastaava määrä olisi siirtynyt edellisiltä vuosilta tarkasteluvuodelle.

Selvää kuitenkin on, että mittauskierto vaikuttaa ennusteiden käyttötarpeeseen ja virheellisten ennusteiden määriin ja sitä kautta kohteiden ajoitukseen.



Kuva 44. Esimerkkilaskelman tuloksia. Piirin A mittauspolitiikka johtaa kohteiden parempaan ajoitukseen kuin piirien B, C ja D. Laskelma on tehty peittoprosentin tasolla 100 %. 100 kaista-km:n yhdellä vuodella liian aikainen päällystäminen aiheuttaa noin 50 000 euron korkokustannuksen.

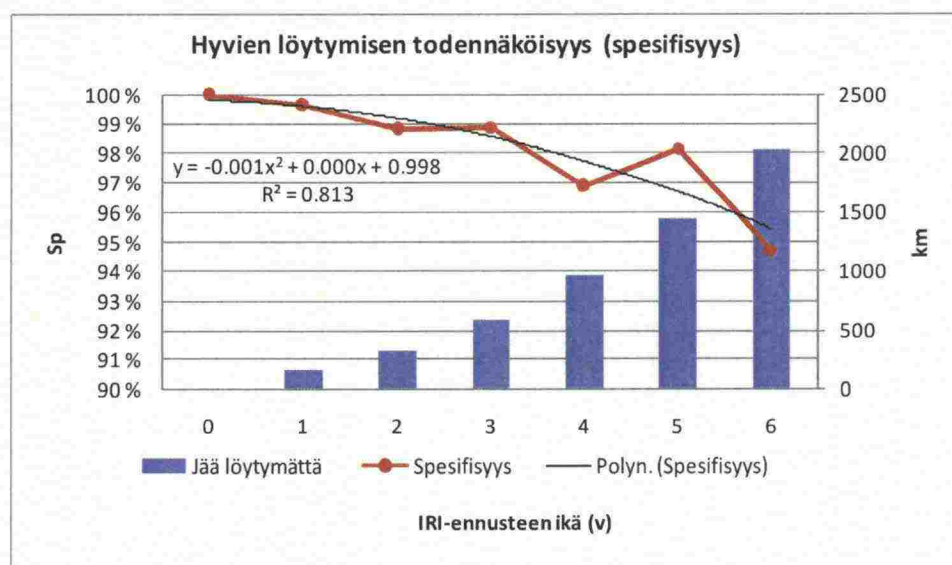
6.2 Epätasaisuudeltaan huonokuntoiset tiet

6.2.1 Ennusteen aikajakson vaikutus tarkkuuteen

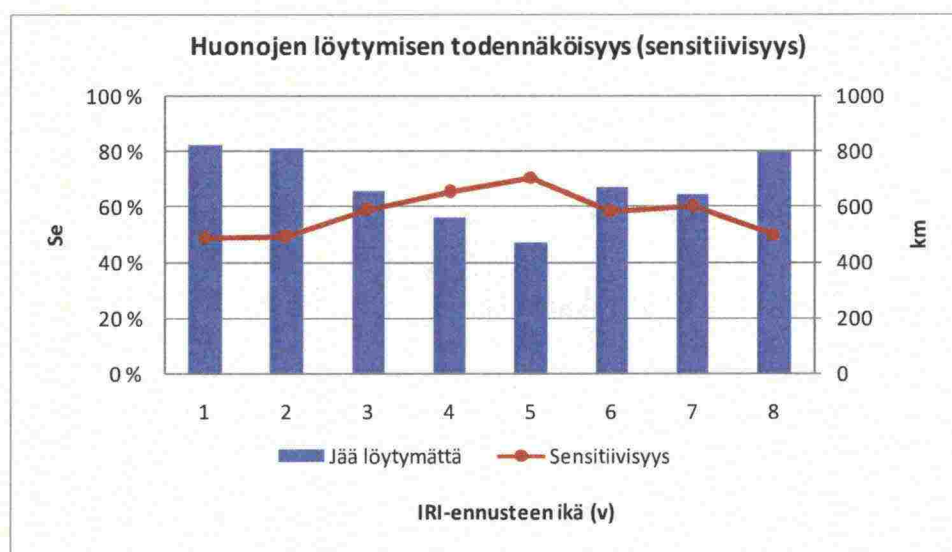
IRI-ennusteiden ennustejakson vaikutus ennusteen hyvyyteen on hyvien teiden löytymisen suhteen looginen ja samanmuotoinen kuin vastaavassa uria käsittelevässä kuvassa, mutta epätasaisuudeltaan huonojen teiden löytymisen kohdalla melko epälooginen.

Hyvien teiden löytymisen todennäköisyys (spesifisyys) heikkenee IRI-ennusteen iän kasvaessa, kuten on loogista ja on hyvin mallinnettavissa. Kuvassa on esitetty pylväinä vastaava löytymättä jäävä hyvien teiden pituus jos kutakin ennustejaksopituutta sovellettaisiin koko tiepituudelle (54236 km).

Huonojen teiden löytymisen todennäköisyys (sensitiivisyys) on erittäin epälooginen eikä ole mallinnettavissa. Se on yllättävän alhainen jo yhden vuoden ennustejaksoilla, mutta pysyy yllättäen melko vakiona (tai jopa kasvaa) vaikka ennustejakso kasvaa. Vastaavasti on esitetty pylväin se tiepituus, joka jää löytymättä huonoja teitä kun sensitiivisyysarvoa sovelletaan kunkin ennustepituuden kohdalla koko huonojen teiden pituuteen (1600 km).



Kuva 45. Tasaisuudeltaan hyvien teiden löytymisen todennäköisyys eri ennustejaksoilla. Ennusteen iän vaikutus looginen.

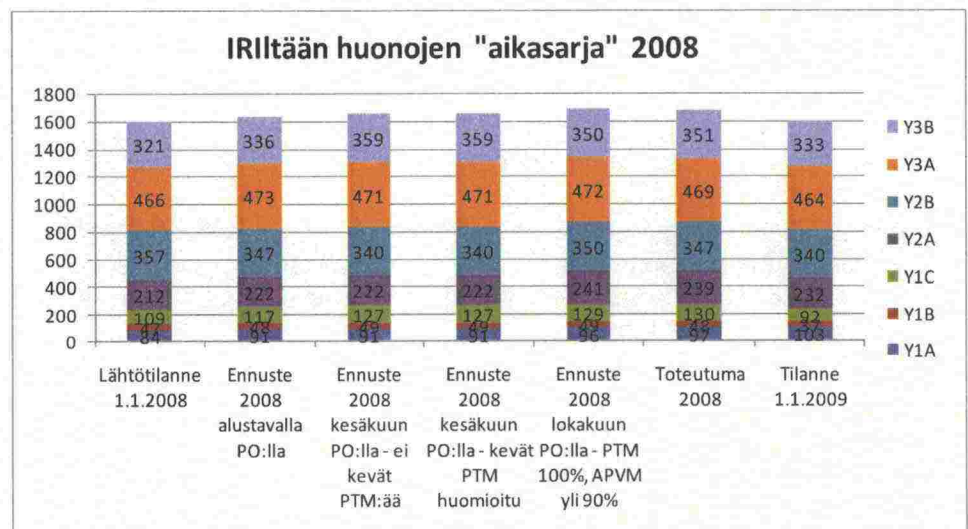


Kuva 46. Tasaisuudeltaan huonojen teiden löytymisen todennäköisyys eri ennustejaksoilla. Ennusteen iän vaikutus epälooginen. Viiden vuoden päähän tehty ennuste tuottaa tarkimman tuloksen.

6.2.2 Huonokuntoisten teiden ennustetarkkuus

Epätasaisuudeltaan huonojen teiden määrän kehittymistä yhden toiminnansuunnitteluvuoden aikana on käsitelty samaan tapaan kuin aiemmin urien kohdalla. Toiminnansuunnittelussa voidaan todeta mm. seuraavia eri vaiheita:

- Lähtötilanne on se tila tieverkon huonokuntoisuudessa, johon sitä seuraava tulostavoite perustuu. Se on yleensä vuoden alun tilanne.
- Tässä välissä voisi olla kevään ensimmäinen ennuste (ei ole kuvas-
sa) eli se tila, joka seuraa kun talvenaikainen kehitys on syntynyt. Tähän tilaan suunnitellaan päällystysohjelma.
- Ennuste alustavan päällystysohjelman jälkeen. Tämä on kuntoennus-
te, jossa on mukana sekä talven aikainen kuntokehitys että alustavan
päällystysohjelman vaikutus.
- Ennuste kesäkuun päällystysohjelman jälkeen. Päällystysohjelmaa
on tarkennettu.
- Ennuste kesän päällystysohjelmalla. Tähän ennusteeseen on tar-
kennettu uraennusteiden vaikutusta kevään aikana tehdyillä uramit-
tauksilla.
- Lokakuun ennuste. Tähän ennusteeseen on otettu mukaan kesän ai-
kana tehdyt mittaukset (ja tämä koskee enemmänkin tasaisuustilan-
netta).
- Vuoden lopun ennuste. Tähän ennusteeseen on otettu mukaan sekä
toteutetun toimenpideohjelman vaikutukset että vuoden aikana tehdyt
kuntomittaukset.
- Seuraavan vuoden alun lähtötilanne.



Kuva 47. Epätasaisuudeltaan huonojen teiden määräennusteet ylläpitoluokittain yhden toiminnansuunnittelukauden aikana. Lähde: Kuntotavoiteraportti, Juho Meriläinen.

Esimerkkinä tarkastellaan ylläpitoluokan Y3a lukuja. Vuoden alun lähtötila on 466 km. Talven aikana se todennäköisesti kasvaa, mutta sitä ei tietojärjestelmissä eritellä. Ensimmäinen ennuste sisältää sekä talvikehityksen ennusteen että alustavan päällystysohjelman vaikutuksen ja on 473 km. Tarkennetut päällystysohjelmat muuttavat lukua hiukan, kevätmittauksilla ei ole mitään vaikutusta siihen. Lokakuun ennusteessa PT-mittaukset ovat mukana, mutta määrä pysyy lähes vakiona. Vuoden lopun tilanne on vain 3 km lähtötilaa suurempi. Kaikkein eniten muutosta aiheuttaa vuodenvaihdepäivitys seuraavan vuoden alun tilanteeksi. Näillä luvuilla tarkastellen ylläpidon ohjaus näyttää toimivan erinomaisen tarkasti. Näiden lukujen sisällä on kuitenkin se to-

siasia, että ennusteissa on yliennustettuja huonoja ja puuttuvia huonoja ja ne lähes eliminoivat toisensa kun mittauksilla päivitetään molempia ryhmiä.

7 TULOSTAVOITTEEN TARKKUUS

7.1 Lähtötilanteen tarkkuus

Lähtötilanteen tarkkuus on tulostavoitteen toteutumisen kannalta merkityksellinen siksi, koska se luo pohjan vuoden aikana saavutettavissa olevan tulostavoitteen määrittämiselle ja on pohjana keväällä tarkennettavalle päällystysohjelmalle. Lähtötilanne määritetään kuntomittausten ja ennustemallien avulla PMSpro:lla. Lähtötilanteen tarkkuus määräytyy tietojärjestelmissä olevan mittaustilanteen perusteella vaihdellen tieverkon eri osien kohdalla mittaustilanteen ja ennustemallien sopivuuden luomilla edellytyksillä.

Seuraavassa taulukossa on esitetty miten suurta epävarmuutta sisältyy uriltaan huonokuntoisten teiden määrän arviointiin kuluva vuoden alun tilanteessa. Tulostavoitteessa tarkastellaan uratilannetta tiepiirien ja ylläpitoluokkaryhmien muodostamassa kehikossa. Ylläpitoluokissa tarkastelussa on mukana vain ryhmät Y1 ja Y2.

Tieverkon kokonaispituus on 53669 km (PMSPRO/kuntotavoiteraportti 31.12.2008) ja se jakaantuu ylläpitoluokkaryhmien ja tiepiirien suhteen taulukon mukaan. Uriltaan huonokuntoisten teiden kokonaispituus on kuntotavoiteraportin mukaan 695 km (1.1.2009) ja se jakaantuu ylläpitoluokkaryhmille siten, että Y1-ryhmässä on 445 km ja Y2-ryhmässä 250 km.

Aiempana esitetyn uraennusteen toimivuusanalyysin perusteella epätarkkuus kohdentuu lähtötilanteeseen ylläpitoryhmittäin taulukossa oikealla esitetyn mukaisesti. Koko maan Y1-ryhmässä on ennustettu huonoiksi 446 km, mistä määrästä ennuste tuottaa huonoja oikein 242 km, mutta huonoja väärin 204 km ts. ennuste väittää sen määrän hyviä teitä huonoiksi. Edelleen ennusteesta jää puuttumaan todellisuudessa huonoja 162 km. Tälle tiepituudelle ei pystytä kohdistamaan toimenpiteitä, koska sen uskotaan ennusteidensa mukaan olevan vielä hyväkuntoista tiestöä.

Vastaavasti ylläpitoryhmässä Y2 on huonoiksi ennustettu kuntotavoiteraportissa (89 km + 161 km) 250 km, mistä 89 km osuu oikein, mutta 161 km ei ole huonoja. Vastaavasti todellisuudessa huonoista jää puuttumaan 130 km.

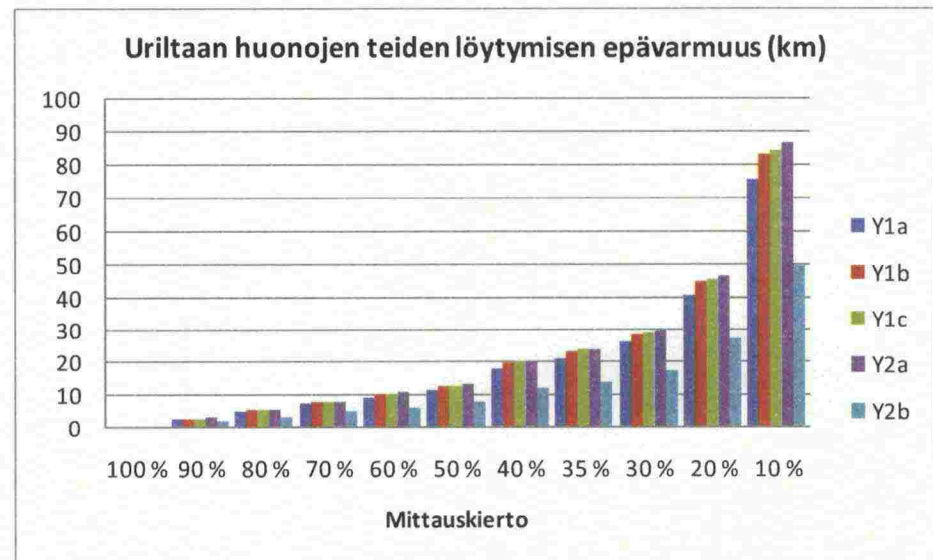
Vastaavat ennusteet ja sen oikeat ja väärät osuudet näkyvät taulukossa myös tiepiireittäin. Uriltaan huonoiksi liikaa ennustettua tiepituutta on tiepiireittäin noin 20-80 km tiepiiristä riippuen ja vastaavasti ennusteesta puuttuu 20-50 km uriltaan huonoja tiepiiristä riippuen. Nämä ennustevirheet aiheuttavat epävarmuutta jo tulostavoitteen asettamisvaiheessa lähtötilanteen tiettämisessä.

Taulukko 24. Uriltaan huonojen teiden määrän epävarmuus (km) mittausosuuden eri tasoilla ylläpitoluokkaryhmittäin.

Tiesjö 31.12.2008				Uraisten lähtötila 1.1.2009			Uraennusteen oikein osuminen									
Piiri	Ylläpitoluokkaryhmä			Yhteensä	Ylläpitoluokkaryhmä			Yhteensä	Y1			Y2			Yhteensä	
	Y1	Y2	Y3		Y1	Y2	Y3		Puuttuu	Oikein	Liikaa	Puuttuu	Oikein	Liikaa	Puuttuu:29	Oikein:331 Liikaa:364
U	2389	1858	588	4834	29	8		37	-25	17	13	-4	1	7	-29	18
T	2086	2808	1394	6288	127	52		179	-33	87	40	-25	21	31	-57	108
KaS	1759	2424	1363	5545	25	19		44	-8	14	11	-11	6	13	-19	20
H	3021	2653	1659	7333	104	36		140	-33	44	60	-12	13	23	-45	57
SK	1785	2822	1435	6042	38	48		86	-13	18	20	-28	21	27	-41	39
KS	1254	1155	568	2976	23	21		44	-15	10	13	-9	10	11	-24	20
V	1834	2728	1475	6037	15	27		42	-5	10	6	-17	10	17	-22	20
O	2397	3393	2613	8402	41	25		66	-19	23	18	-13	5	20	-31	28
L	2034	2324	1853	6211	44	14		57	-12	19	24	-12	2	11	-24	21
Yhteensä	18558	22164	12947	53669	445	250		695	-162	242	204	-130	89	161	-292	331

Ennustettu lähtötila pitää sisällään epätarkkuutta, jota selittää mittauskierto. Mitä tiheämpi kierto tai mitä suurempi mittauksen edustavuus sitä vähemmän epävarmuutta on. Kun edustavuus on 100 %, niin silloin epävarmuus on nolla. Kun edustavuus on 80-90 % kuten tyypillisesti on ylläpitoryhmän Y1 teillä, niin epävarmuus on luokkaa 5 km per ylläpitoluokka eli noin 15 km. Kun edustavuus on 30 %, kuten on tyypillisesti alemmalla verkolla, niin epävarmuus on lähes 30 km per ylläpitoluokka eli Y2-ryhmän teillä noin 60 km.

Nykyisillä mittauskiertoilla uriltaan huonojen teiden ennustuksen epävarmuus on kokonaisuutena noin 75 km (15 km + 60 km). Tämän verran huonokuntoisten teiden määrässä on epävarmuutta ts. niitä voi joko puuttua tai olla liikaa.



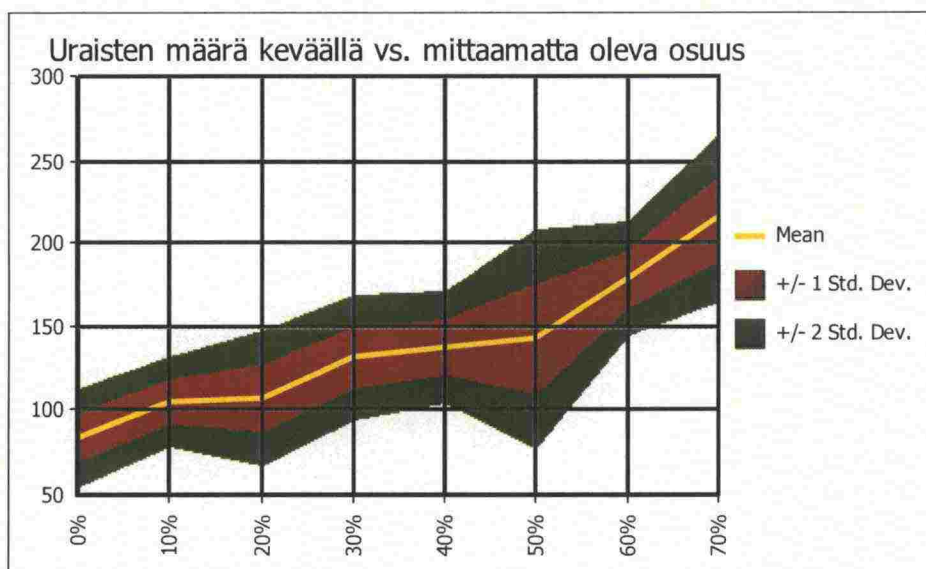
Kuva 48. Mittauskierron vaikutus uriltaan huonojen löytymisen epävarmuuteen. 100 % kierto tarkoittaa, että koko verkko on mitattu, kolmen vuoden mittauskierto tarkoittaa, että kolmannes verkosta mitataan vuosittain.

7.2 Kevätilanteen tarkkuus

Kevätilanteen tarkkuus heikkenee vuoden alun tilanteeseen nähden, koska talven urautumiskehitys käytännössä tapahtuu näiden tilanteiden välisenä aikana. Koko tieverkon mittaus tieto vanhenee yhdellä vuodella ja ennustejaksot pitenevät siten vastaavasti vuodella. Huonojen teiden löytymistarkkuus heikkenee aiemmin esitettyjen kuvien 38, 39, 44 ja 45 mukaan.

Talven aikainen urautuminen tuottaa uraisia teitä noin 1000 km, jota kevätmittauksilla yritetään saada selville. Kevätmittausten määrä on välillä 5000-9000 km ja sillä saadaan selville ylläpitoluokkien Y1a-Y1c uraisista teistä noin puolet.

Kevään tilanteen epätarkkuudesta on esimerkkinä seuraava kuva, missä on simuloitu U-piirin vilkasliikenteisen tieverkon urautuneiden teiden määrää ja sen epätarkkuutta kun mittaamatta jäävä osuus vaihtelee. Alkutilanteen määrä (84 km, 0%) on otettu vuodenvaihteen tilan simuloinnista siltä kohdalta, joka vastaa koko vuoden mittauskiertoa. Keväälle tehdyssä ennusteessa huonojen määrän taso kasvaa, mutta samalla myös sen ennustettu vaihtelu kasvaa. Mittauskierrolla 30 % (mittaamatta jää 70%) määrän ennuste on jo kaksinkertaistunut. Tästä syystä kevätmittaukset ovat tärkeitä.



Kuva 49. Esimerkkilaskelma. Uraisten teiden määrä keväällä kun mittaamatta jäävä tiepituuden osuus vaihtelee. U-piirin KVL>6000 tiet. Mitä enemmän jää mittaamatta sitä enemmän tulee tasoeroa ja hajontaa uriltaan huonojen määrään.

7.3 Elokuun väliraportointi

Elokuussa tapahtuvassa väliraportoinnissa arvioidaan kesän aikana kesämittauksilla ja päällystysohjelmilla päivittynyttä tilannetta ja tehdään alustava ennuste tulostavoitteen toteutumisesta. Kesän mittauksilla päivittyvät mm. IRI:n yli- ja aliennustetilanteet kolmen vuoden päähän tehtävien ennusteiden osalta.

Väliraportoinnissa huomioidaan mittauksia vain kesäkuun loppuun saakka, eli raportoinnin ennuste on vielä hyvin alustava.

7.4 Lopputilanteen tarkkuus

Varsinainen vuoden tulostavoitteen toteutuma lasketaan kun kaikki mittaukset on tehty. Talven aikana syntynyt epävarmuus kuntotilassa pienentyy

vuoden aikana tehtyjen mittausten ansiosta. Tavanomainen mittauskierto on ollut noin 28500 km vuodessa (kaksoismittaukset poistettuna) mikä edustaa noin 53 %. Urien kannalta tärkeimmät tied on mitattu 70-90 %:sti. IRI:n suhteen tilanne on hiukan huonompi, koska kevätmittausten IRI ei ole aiemmin päivittänyt tulostavoitteena olevaa kuntotietoa ja alemmalla verkon kesämittauskierrat ovat harvempia.

Kun mittausten määrät pysyvät vakiona niin kuntoennusteiden toimivuus pysyy myös vakiona ja huonokuntoisuuden ennustustarkkuus palautuu vuoden lähtötilanteen tasolle eli lähtötilanteeseen tehty kuva ali- ja yliennustustilanteista pitää edelleen paikkansa.

Tulostavoitteen toteutumisen arvioinnissa on yli- ja aliennustustilanteiden takia edelleen joitakin satoja km virhettä, joka pysyy määrältään samana kun mittausmäärät ja ennustemallit pysyvät ennallaan. Tulostavoitetta tarkastellaan tiepiiri- ja ylläpitoluokkatasolla eli tarkasteltavien osaverkkojen suuruus on 500-3500 km ja huonokuntoisten (esim. uraisten) teiden määrä niissä luokkaa 10-120 km. Tulostavoite on näihin lukuihin kohdistettu muutostarve, joka on vain kilometrien luokkaa. On selvää, ettei toiminnansuunnitteluketjun tietojärjestelmien ennustetarkkuus riitä tulostavoitteen edellyttämään tarkkuuteen. Varsinaista tulostavoitteen rakenteeseen liittyvää tarkkuussimulointia ei tämän selvityksen yhteydessä lopulta tehty vaan tarkkuutta on analysoitu siihen liittyviä eri osia tarkastelemalla ja johtopäätökset tarkkuuden riittämisestä tehdään kaiken aiemman selvitystyön tuloksena päättelämällä.

Lopputuloksena todetaan, että tulosohjauksen nykyisen rakenteen edellyttämä tarkkuustarve on nykyistä tarkkuustilannetta parempi ja sitä tulisi parantaa tavalla tai toisella, jotta ohjaus olisi tarkempaa ja siihen liittyisi vähemmän yllätyksellisiä tuloksia. Suosituksena tarkkuuden parantamiseksi on jäljempänä esitetty useita eri toimenpiteitä.

8 SUOSITUKSET

Työn tuloksena on poimittu useita eri toimenpide-ehdotuksia, joilla tulosohjauksen tarkkuutta voitaisiin parantaa. Työn pääsisältö on tarkastella mittauskiertojen vaikutusta tulosohjaukseen, mutta toimenpidesuosituksissa on listattu muitakin tulosohjauksen tarkkuutta parantavia näkökulmia. Osa toimenpiteistä liittyy tietojärjestelmien ennustemalleihin ja niiden laatimiseen, osa mittausten ohjelmointiin ja mittauskiertoihin ja osa itse tulostavoitteen rakenteeseen tai mittaustapaan.

8.1 TP-kirjauskäytännön parantaminen

Tässä työssä ei tutkittu kovin syvällisesti toimenpidekirjausten oikeellisuutta. Toimenpidekirjauksiin liittyviä virhe-epäilyjä on kuitenkin tullut esiin ja siksi sen suhteen tulisi tehdä tarkistus- ja parannustoimenpiteitä. Merkittävimpänä asiana on varmistaa kirjausten kattavuus ja yhteneväisyys. Kattavuus on tärkeätä siksi, koska se jakaa tiejaksot niihin, joille sovelletaan vaikutusmallia ja niihin, joille sovelletaan ennustemallia. Jos tiejaksolle sovelletaan kokonaan väärää mallia, niin mahdollisuudet tarkkaan ennustamiseen ovat huonot.

- Toimenpiteiden kirjausten yhteneväisyyttä tulisi parantaa.
 - Kirjausmenettelyä voidaan parantaa selkeyttämällä kirjausohjetta ja ohjeistamalla kirjausten tekemistä.
 - Toisaalta esim. paikkausten kirjaaminen on ollut eniten epäyhtenäistä ja hankalaa ja siksi siihen tulisi kehittää esim. selaista automatiikkaa, missä paikkauskoneissa jo rekisteröityisi se tieto, mille jaksolle paikkausta kulloinkin tehdään ja sitä kautta täsmentyisi todellisten toimenpiteiden sijainti ja pituus.
- Toimenpiteiden kirjausten kattavuutta (todelliset 100 m tp-jaksot) tulisi parantaa.
 - Tähän auttaisi edellisessä kohdassa esitetty automatiikan kehittäminen.

8.2 Mittauskierron kehittäminen

Mittausmäärät ja mittauskierrat on määritetty alun perin suunnilleen vuosittain alun tienoilla, mutta niihin on käytännössä syntynyt tilaajista aiheutuvia vaihteluja ja niiden määrittämisessä ei ole välttämättä ajateltu tiedon kattavuuden ajallista ja alueellista stabiiliutta. Mittausten määrät ovat vaihdelleet siten eri vuosina riippuen eri syistä ja määristä johtuva epätarkkuus on ollut toissijaista. Mittauskiertojen kehittämisessä olisi nähtävissä ainakin kolme erilaista vaihtoehtoa, joilla olisi mahdollista vähentää ennusteista tulevaa vaihtelua. Nämä vaihtoehdot ovat:

1. Mittausten edustavuuksien vaihtelun stabilointi
2. Mittausten kohdentaminen ennusteiden toiminnallisten puutteiden avulla
3. Ennusteiden aikajaksojen lyhentäminen edustavuuksia nostamalla
4. Toisen mittaussuunnan ottaminen mukaan mittauksiin
5. Mittausten hankintaurakoiden sisällön laajentaminen kattamaan mitaamisen lisäksi myös ennustamisen

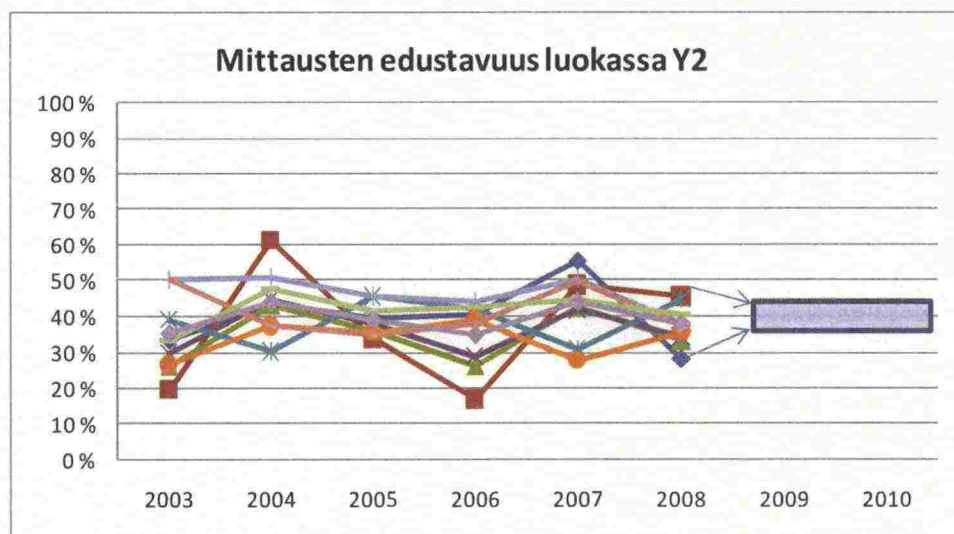
8.2.1 Mittausten edustavuuden vaihtelun stabilointi

Mittauskierron vaihtelun stabilointi vakauttaisi ennusteista aiheutuvan epävarmuuden vakaammalle tasolle ja vähentäisi vaihtelusta johtuvien yllätyksellisten tuloksenarviointitilanteiden vakavuutta.

Stabilointi koskisi mittausmäärien alueellisen ja ajallisen vaihtelun pienentämistä. Mittausmäärät pysyisivät ennallaan ja edustavuudet pidettäisiin tiettyjen ennalta sovittujen vaihtelurajojen sisällä. Edustavuuksien vaihtelualue voisi olla 10 % siten, että piirien edustavuudet pysyisivät sen vaihtelualueen sisällä.

Kunkin ylläpitoluokkaryhmän, Y1, Y2 ja Y3 mittausmäärät pysyisivät suunnilleen samalla tasolla kuin aiemmin.

Tässä on kuitenkin kiinnitettävä huomiota siihen, että edustavuuksien tavoitealuetta määritettäessä otetaan todelliset kaistamäärät huomioon.

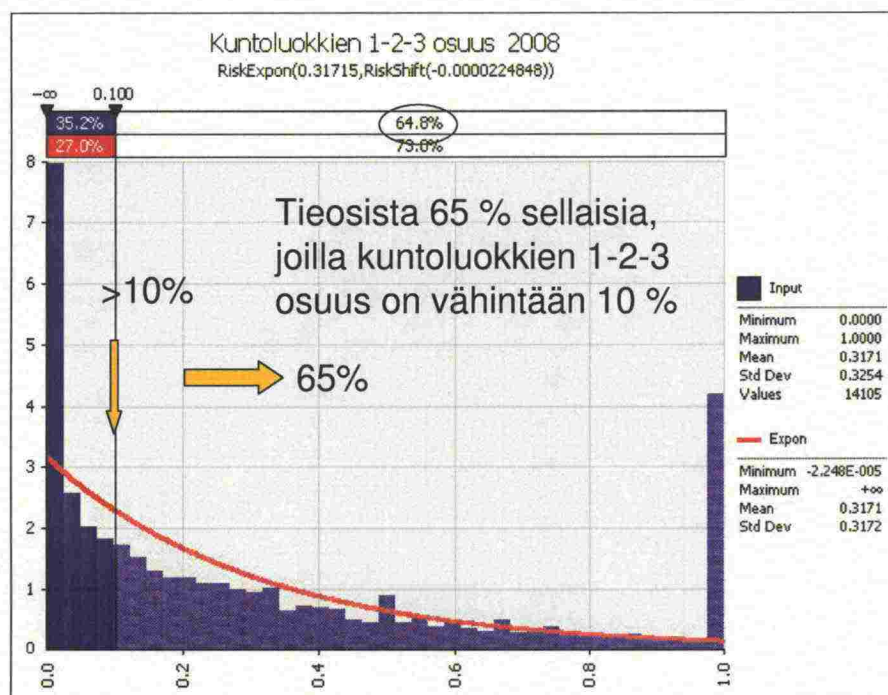


Kuva 50. Mittauskiertojen kehittämisen vaihtoehto 1: edustavuusvaihtelun stabiloiminen, esimerkkinä Y2.tiet.

8.2.2 Mittausten kohdentamisen parantaminen

Ennusteiden tarkkuutta voidaan parantaa kohdentamalla mittauksia enemmän sen mukaan, miten hyvin ennustemallit toimivat ja suuntaamalla mitattaviksi teiksi erityisesti sellaisia teitä, joilla ennusteet toimivat huonommin tai ennustetilanne muuten on kriittisempi. Tieverkon tieosilla yksittäisten jaksojen kuntoluokka vaihtelee välillä 1-5 eivätkä huonot jaksot ole peräkkäin vaan hyvin hajallaan parempien jaksojen seassa. Kuntokohdennuksen ongelmana onkin tunnistaa se taso, jolla kriittisesti toimivien ennustetilanteiden osuus alkaa edellyttää uutta mittauksia. Tällaiseksi kriteeriksi voidaan asettaa kuntoluokkien 1-3 osuus tieosalla. Tällöin huonoksi ennustettujen jaksojen ja tyydyttäväksi ennustettujen, kohta huonoksi muuttuvien jaksojen kunto olisi ohjaamassa mitattavaksi tulemistä ja niiden kunto tulisi mittauksen jälkeen tarkistettua.

Kuntokohdennuksen kuntoluokkien 1-3 osuuden ylittäessä 10 % tieosalla mitattavien teiden määräksi tulisi suurin piirtein nykyinen mittausmäärä, 33 000 km.



Kuva 51. Kuntoluokkien 1-2-3 osuus tieosilla, Kunto 2008, PMSpro, URA ja IRI.
Keskimäärin 65 % tieosista on sellaisia, joilla kuntoluokkien 1-3 osuus on vähintään 10 %.

Esimerkki kuntokohdennusperiaatteella laaditun mittausohjelman määristä on seuraavassa taulukossa, missä on niiden tieosien pituus, joilla kuntoluokkien 1-3 osuus (tieosittain tarkasteltuna) on vähintään 10 %. Tämä kriteeri tuottaisi suunnilleen saman kokonaismittausmäärän kuin mitä aiemmin on ollut, mutta se kohdentuisi alemmille ylläpitoluokille aiempaa enemmän. Mittausten edustavuudet vaihtelevat tässä vaihtoehdossa eri ylläpitoluokissa välillä 51-82 %, mutta tiepireittäin tarkasteltuna edustavuudet olisivat erittäin suppealla vaihtelualueella 60-62 %.

Tämä mittausten ohjelmointitapa korostaa alempien ylläpitoluokkien mittauksia huomattavasti aiempaa enemmän johtuen juuri siitä, että niillä teillä on ennusteiden kannalta kriittisessä kuntotilassa olevaa tiestöä paljon. Sillä saattaa kuitenkin olla kaksi mittausten tekemiseen liittyvää epäkohtaa, kuten mittaushetken sijainnin sirpaloituminen ja mittaustalouden heikkeneminen sekä mittausten tuotantolaadun heikkeneminen. Tuotantolaatu ei sinänsä heikkene vaan se on riippuvainen kuntotasosta siten, että huonompikuntotiloilla teillä parimittausten erot ovat suuremmat kuin hyväkuntoisilla teillä ja sitä kautta toteutuva tuotantolaatu sopisi huonommin aiemmin ehkä toisilla perusteilla määritettyihin laatuvaatimuksiin.

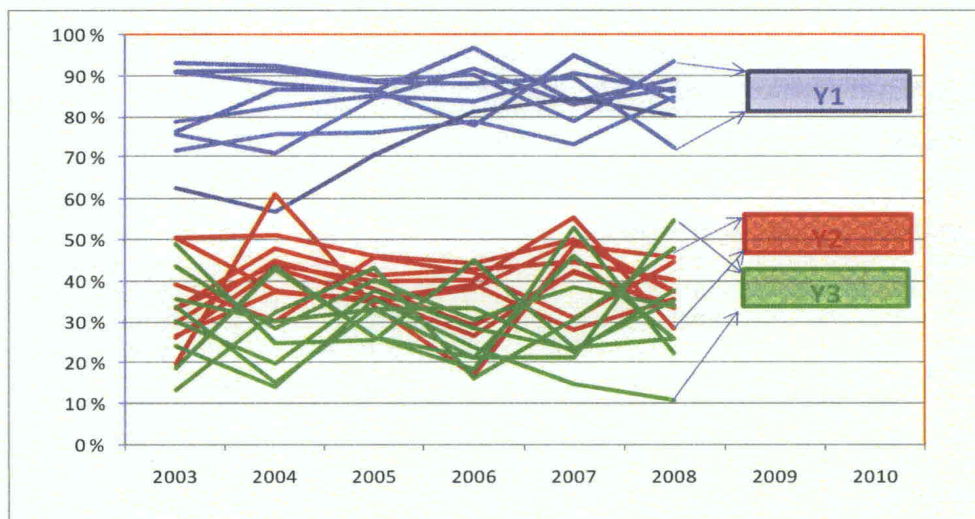
Toisaalta kuntokohdennusta ei välttämättä tarvitsisi soveltaa täysimääräisenä vaan osittain ja siirtyä siihen pienemmin askelin, jolloin mittausmäärät eivät muuttuisi kovin dramaattisesti ja sen vaikutuksia voitaisiin seurata.

Taulukko 25. Kuntokohdennuksen perusteella laadittu mittausohjelma tiepiireittäin ja ylläpitoluokittain.

Piiri	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	Y3b	Yht
U	958	239	261	558	573	339	55	2982
T	427	352	392	614	1119	774	167	3845
KaS	471	308	236	799	669	723	206	3412
H	897	376	492	777	841	813	335	4530
SK	373	272	358	935	774	759	220	3691
KS	273	204	230	451	241	261	136	1797
V	232	380	381	887	767	800	199	3647
O	331	645	330	1018	1048	1317	480	5169
L	178	323	581	634	788	743	582	3829
Yht	4140	3098	3262	6674	6821	6529	2380	32903
	68 %	51 %	51 %	58 %	64 %	65 %	82 %	61 %

8.2.3 Ennustejaksojen lyhentäminen

Ennustepituuksia voidaan lyhentää ainoastaan mittauskiertoja tihentämällä ja mittauksia lisäämällä. Tällöin ennustevirheen osuus vähenisi, koska ennustevirheet ovat suoraan riippuvia ennustepituudesta. Tämä vaihtoehto on sikäli helppo toteuttaa, että mittauskiertojen kasvattaminen onnistuu muuttamalla ohjelmien laadinnan perusteita ja se voidaan toteuttaa pienemmässä tai suuremmassa mittakaavassa. Tämän vaihtoehdon huono puoli on mittauksen tilaajan kannalta se, että se kasvattaa mittauskustannuksia. Toisaalta se ei välttämättä kuitenkaan kasvata ylläpidossa kokonaiskustannuksia, koska ohjelmoinnissa ajoitus toimii paremmin ja sillä säästetään ylläpitotoiminnan kustannuksia ja parannetaan tehokkuutta.



Kuva 52. Mittausten edustavuuden stabilointi ja tason nosto.

Mittauskiertojen taso tulisi oikeastaan asettaa optimoimalla ylläpidon virhepäättökustannuksia yhdessä mittauskustannusten, ajoitusvirheiden ja ylläpidon kustannusten kanssa.

Mittausten edustavuuksien stabilointi tulisi rajoittaa tiepiirien välillä 10 % vaihtelualueeseen. Mittausten edustavuuksien taso tulisi Y1-luokassa pitää korkealla 80-90 % tuntumassa ja Y2-luokassa nostaa yli 50 %:n ja Y3-luokassa yli 40 %:n.

8.2.4 Toisen mittaussuunnan huomioiminen

Ylläpidon toiminnansuunnittelun ja kohteiden valinnan perustana on pääasiassa toiseen suuntaan tehty kuntomittaus. Tavanomaisten yksiajorataisten teiden kakkossuunnat ovat suurimmaksi osaksi mittaamatta. Kysymys siitä miten hyvin kohteiden ajoitus onnistuu toisen suunnan mittaustiedon perusteella, vaatii lisätarkasteluja. Tähänastisten tarkastelujen perusteella on havaittavissa, että toisen suunnan kuntotieto parantaisi ajoitusta ja ylläpitotaloutta.

Toisen mittaussuunnan huomioiminen on tarpeen vain sellaisilla teillä, joilla on selkeästi kaistat molempiin suuntiin. Kapeilla teillä näin ei ole. Toisen kaistan kuntotieto edistäisi kaistakohtaista toimenpidesuunnittelua, mikä parantaisi ylläpitotaloutta. Toisaalta tien käyttäjät saattavat arvostaa koko poikileikkauksen alueelle ulottuvia toimenpiteitä enemmän.

Toisen suunnan mittaamatta oleva kaistapituus on melko suuri, noin 45000 km ja sen mittaaminen on sekä mittauskapasiteetti- että mittauskustannuskysymys. Mutta tässäkin asiassa on mahdollista edetä vaiheittain pienin askelein.

8.2.5 Kuntomittausurakoiden sisällön laajentaminen

Kuntomittausurakat sisältävät yleensä pelkän mittaamisen ja tilaajan tietovarastojen päivityksen. Palvelutasomittauksissa on nyt tehty pieni sisällön laajennus siirtämällä mittausohjelmien laadinta mittausten toimittajan vastuulle. Tämän siirron heijastuksena myös tämä selvitystyö on käynnistetty ja mittauskiertojen uudelleenpohdintakin on alkanut.

Kohteiden suunnitteluohjelmisto, PMSPro, ja sen sisältämät kuntoennustemallit ovat Tiehallinnon vastuulla. Ennusteiden toiminnallisuuteen liittyviä puutteita on esitelty tässä selvityksessä aiemmin. Siltä kannalta selvä toiminnallisuuden parantamistarve on ennusteiden kohdalla olemassa. Ennustemallit on perinteisesti uusittu noin viiden vuoden välein. Kuntoennusteiden ylläpito ja ajan tasalla pitäminen edellyttäisi useammin toistuvaa päivitystä ja ennusteiden mallinnusta. Mahdollisuudet päivitystiheyden kasvattamiselle ja ylipäättään toiminnallisuuden jatkuvalla seurannalla olisivat paremmat jos ennusteiden laadintavastuu kiinnitettäisiin itse mittausurakkaan. Tällöin mittausten toimittaja vastaisi ennustemallien päivittämisestä, mikä pakottaisi olemaan enemmän tietoinen mallien toiminnallisuudesta.

Tätä käytäntöä tukisi myös Tiehallinnon hankintastrategia. Toisaalta epävarmuutta tuova asia olisi se miten määritetään ennusteiden toiminnallisuudelle laaturajat ja arvioidaan niiden aiheuttama kustannus.

8.3 Ennustetarkkuuksien parantaminen

Ennustetarkkuutta tulisi parantaa laatimalla parempia ennustemalleja. Mallien laadinnassa tulisi noudattaa enemmän mallinnuksen tilastollisia periaatteita.

- mallinnuksen tulisi olla kaksi- tai kolmivaiheista siten, että ns. harvointikokeilla eroteltaisiin merkittävät selittäjät ei-merkittävistä selittäjistä ja vasta sen jälkeen tehdyillä kokeilla (=uusi data) mallinnettisiin itse merkittävien selittäjien vaikutukset. Nämä mallinnustilanteet tarvitsevat eri datan. Lisäksi olisi hyvä vielä varmistaa (validoida) saadut mallit tekemällä validointitutkimuksia (kolmannella datalla). Merkittävät selittäjät täytyy löytää vain kerran, mutta mallien hienosäätöä ja ajan tasalla pitämistä tulee tehdä toistuvasti.

Urautumisen ennustemalleja tehtäessä on pitäyditty melko vanhoihin malleihin, joiden laadinta on tehty jo vanhan mittaustekniikan ajoilta. Urautumisen mallinnuksessa ei ole kaivauduttu kyllin syvälle urautumisprosessiin ja esim. nastarengaskulumisen ja deformaation välinen suhde on jäänyt selvittämättä. Ajoneuvojen nastarengaskulutuksessa on tapahtunut viimeisen dekadin aikana melko merkittäviäkin muutoksia, ja urautumismallien tulisi alkaa seurata näitä.

Ennustetarkkuuksien parantamiseksi suositellaan huomioitaviksi seuraavia näkökohtia:

- Sekä uran että IRI:n ennustemallit tulee uusia ottaen mukaan enemmän selittäviä tekijöitä. Tien rappeutumisen prosessia tulisi pystyä hallitsemaan paremmin. IRI:n mallinnuksessa tulisi huomioida mittaustarkkuuksien rajat ja arvioida josko sitä olisi mahdollista tavalla tai toisella parantaa. Ennusteita tehtäessä olisi harkittava, josko itse muuttuja kannattaa kehittää esim. siirtymällä millimääräisestä urakehityksestä ominaisurautumiseen, missä uran vuosikehitys suhteutetaan sen aiheuttaneen liikenteen määrään. Tämä edellyttäisi tarkempaa kaistakohtaista liikennetiedon hallintaa.
- Ennustemallien laadintaprojektia ei kannata toteuttaa enää samalla tavalla kuin perinteisesti vaan siihen tulisi ottaa tilastollisen koesuunnittelun menetelmä. Liian suuresta datamäärästä mallintaminen peittää selittäjien vaikutuksiin liittyviä totuuksia.
- Ennustemallien laadinnassa kannattaisi käyttää enemmän tilastollisia apuvälineitä ja asettaa esille mallien toimivuus kokonaisuutena mm. residuaalikuvat yms. mistä voi nähdä sen, voiko malli toimia kunnolla ja puuttuuko siitä mahdollisesti tärkeitä selittäjiä.
- Ennustemallien tarkkuusvaatimuksen ja mittauskustannusten välistä suhdetta kannattaisi analysoida siten, että muodostuu käsitys, kumpi on kannattavampaa parannustoimintaa. Mittausmääriä kannattaa optimoida ylläpidon laatukustannusten (laaduttomuuskustannusten) pohjalta. Laatukustannusten määrittämisen menetelmiä kannattaa kehittää.

8.4 TP-vaikutusmallien parantaminen

Toimenpiteiden luokkakohtaiset vaikutusmallit ovat jo periaatteeltaan virhettä aiheuttavia, koska niissä vakioidaan vaikutus kaikille jaksoille vastoin todel-

lista satunnaisen vaihtelun (stokastisuus) luonnetta ja ne eivät käyttäydy siten kuin virheprosessit yleensä käyttäytyvät. Jokainen tien 100 jakso käyttäytyy omalla tavallaan ja poikkeaa siten muiden jaksojen käyttäytymisestä. Vaikutusluokista kannattaa siirtyä vaikutusmalleihin, koska vaikutukset ovat mittausten avulla melko helposti määritettävissä. Samalla tietämys eri toimenpiteiden todellisista vaikutuksista ja niiden eroista kasvaa.

Suosituksena on siten, että:

- Vaikutusluokat korvataan jatkuvilla vaikutusmalleilla, jotka määritetään ennen-jälkeen –mittausten avulla.
- Vaikutusmallien laadinnan yhteydessä selvitetään, mitkä päällysteyms. tekijät ovat merkittäviä selittäjiä ja otetaan ne mukaan vaikutusmalleihin.
- Vaikutusten mallintaminen saattaa edellyttää tarkempaa toimenpidekirjausta (tulisi myös selvittää kirjataanko kaikkia tarvittavia toimenpiteen yksityiskohtia riittävästi mallintamisen näkökulmasta).
- Paikkauksia varten tarvittaisiin oma toimenpideluokka, koska paikkausten vaikutukset vaihtelevat enemmän kuin muiden toimenpiteiden.
- Toimenpidekirjausten ja vaikutusmallien sijasta on myös mahdollista vain mitata kaikki toimenpiteen alaiset tiejaksot ja korvata puuttuva vaikutustieto päivitetyllä mittaustiedolla. Tällöin vaikutustieto olisi siltä osin aina ajan tasalla. (Itse asiassa uusilta päällysteiltä tehdään laatumittauksia, mutta niiden muuttujalista ei ole yhtä kattava kuin kuntomittausten muuttujalista eikä niitä talleteta kuntorekisteriin).

8.5 Tulostavoitteen parantaminen

Tulostavoitteen laadinta on monitavoitteinen suunnitteluvaihe eikä sen laatimisen yhteydessä välttämättä ehditä tarkastella sen mittaamisen/arvioinnin tarkkuutta. Tulostavoitteen määrittäminen on karkean tason mittari, mutta siihen vaikuttaa moni asia kuten esim. tietojärjestelmien tila, mittausten määrät, toimenpiteiden ohjelmointi ja määrät. Sitten kun sen arvioinnin tarkkuudesta saadaan parempi käsitys, niin tarve kohdistaa nämä asiat paremmin toisiinsa tulee selvemmin esille. Tulostavoitteen mitattavuuteen ja parantamiseen liittyy mm. seuraavilla asioilla:

- Tulostavoitteen mittarin arviointitarkkuutta tulisi hallita paremmin (ja sitä tälläkin työllä yritetään nyt parantaa).
- Tulostavoitetta asetettaessa tulisi huomioida sen mittaustarkkuus paremmin ja suunnata sen rakennetta siten, että se kohdistuu paremmin juuri tiepiiriin toiminnan ohjaukseen.
 - Nythän tulostavoitetta on mahdollista tehdä helposti vain mittaamalla epätarkkoja ennusteita (eli väärä positiivisuus). Itse asiassa alhainen mittausten edustavuus pitää yllä sitä mahdollisuutta, että voidaan mitata "tarvittaessa" syksymittauksilla tulospisteiden takia eikä ylläpidon takia. Toisaalta syksymittauksista myös pidättäydytään, koska pelätään sen löytävän tulokseen vaikuttavia huonoja jaksoja. Voitaisiin harkita myös sitä, ettei kaikkia loppuvuoden mittauksia huomioida kun tulostavoitetta arvioidaan. Tällöin ei aiheuteta epävarmuutta tulokseen, mutta päivitetään vanhaa mittaustietoa seuraavaa tuloskierrosta varten.

- Väärien positiivisten (yliennustus) mittaaminen poistaa tämän mahdollisuuden ja väärien negatiivisten (aliennustus) poistaminen mittaamalla mahdollistaa toimenpiteiden paremman ajoittamisen. Parempi ajoitus parantaa ylläpidon tehokkuutta ja taloudellisuutta.
- Mittausmäärien kasvattaminen tehostaa sekä tulostavoitteen itseään että sen ohjaamaa ylläpitotoimintaa.
- Tulostavoitteen osana voi olla myös mittaustilanne, yhtenäisyys ja tietojärjestelmien tila. Tulostavoitteena voisi olla ylläpitoprosessin toimivuuteen liittyviä mittareita. Prosessin toimivuuteen tulisi kehittää mittareita sen laatukustannusten kautta. Tehokkaasti toimivasta ylläpitoprosessista seuraa automaattisesti hyvä lopputulos tieverkolla.
- Tulospisteytyksen tulisi olla riittävässä määrin sidottuna tulostavoitteen arvioinnissa olevaan epätarkkuuteen.
 - tavoitteen mittaustarkkuus piiri- ja osaverkkotasolla ei yllä yhden kilometrin tarkkuuteen vaan on kymmeniä kilometrejä. Tämän perusteella tulostavoitteen pisterajoissa tulisi olla enemmän väljyyttä.
 - vuodenaikaiskehityksen vaihtelu voi myös olla suuri epävarmuuden aiheuttaja. Tämä riski on kaikissa pintakuntomuuttujissa; ura, IRI ja vaurioituneisuus.

9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Päällysteiden palvelutasomittaukset ovat päällysteiden ylläpidon toiminnan suunnittelun perusta. Palvelutasomittausten yhteyteen on liitetty kuluvana vuonna myös mittausten ohjelmointi. Samassa yhteydessä on käynnistynyt selvitystyö mittausten ja toiminnansuunnittelun, lähinnä tulostavoituksen, välisestä tarkkuussuhteesta. Sen kautta haetaan selkeyttä sille, miten mittauskierrot vaikuttavat kuntoennusteisiin ja sitä kautta tulostavoituksessa tavoitteiden toteutumien arviointiin.

Palvelutasomittausten määrä on vähän yli 32 000 km vuodessa. Toiminnansuunnittelussa oleva tieverkon kokonaispituus on vähän yli 54 000 km. Vanha mittaustieto ennustetaan PMSPro:lla ennustemalleja käyttäen. Ennusteet tehdään käyttäen rappeutumismalleja ja toimenpiteiden vaikutusmalleja. Ennustettavia muuttujia ovat ura ja IRI (pituussuuntainen epätasaisuus).

Päällystysuunnittelu tapahtuu ennustetun kuntotiedon avulla satametritasolla. Tulossuunnittelussa kuntotieto luokitellaan ensin yhtenäisen kuntoluokituksen mukaan viiteen kuntoluokkaan ja myöhemmin kahteen luokkaan, jotka ovat huonokuntoiset tiet ja ei-huonokuntoiset tiet.

Yhtenäisen kuntoluokituksen luokitustarkkuus on kuntomuuttujasta ja luokasta riippuen 34-88 % (=oikein luokitettujen osuus). Väärin luokitettujen teiden osuus on siten paikoin melko suuri.

Huonokuntoisten teiden oikein luokittumisessa on otettu käyttöön kaksi termiä, sensitiivisyys ja spesifisyys. Sensitiivisyydellä mitataan kuntoennusteen kykyä löytää todelliset huonot jaksot ja spesifisyydellä kykyä löytää todelliset ei-huonot jaksot. Huonojen ja ei-huonojen jaksojen erottaminen toisistaan on

tärkeätä, koska huonojen jaksojen perusteella ajoitetaan kohteet ja käytetään ylläpidon määrärahat.

Matala sensitiivisyys aiheuttaa aliennustustilanteita eli todellisia huonoja jaksoja jää löytymättä. Tällaisten jaksojen yhteispituus oli 18200 km:n tietoaineistossa uran osalta noin 149 km ja IRIn osalta 258 km.

Matala spesifisyys aiheuttaa yliennustustilanteita eli todellisia ei-huonokuntoisia teitä jää löytymättä ja ne tulkitaan huonoiksi ja niille kohdistetaan ylläpitotoimenpiteitä liian aikaisin. Tällaisten jaksojen määrä oli noin 18800 km:n tietoaineistossa uran osalta 324 km ja IRIn osalta 160 km. Todellisuudessa luvut ovat suurempia, kun ne laajennetaan koskemaan koko verkkoa.

Ennustevirheisiin vaikuttaa ennustepituus, joka riippuu mittausten määrästä. Tiheämpi mittauskierto tuottaa tarkemmat ennusteet kuin harvempi mittauskierto. Mittauskiertojen (edustavuudet) vaihtelu on sekä ajallisesti (2003-2008) että alueellisesti (piirit) suurta (kymmeniä prosentteja) ja sillä on tietty vaikutus ennusteiden toimivuuteen ja sen vaihteluihin.

Tulostavoitteet ja niiden mittaaminen (pisteytysrajat) on asetettu yleensä jopa kilometrien tarkkuudella mihin tarkkuuteen tietojärjestelmien tarkkuus ei näytä riittävän. Tulostavoitteen toteutuminen voi olla kiinni sattumasta, joka tulee esille kuntotietoihin liittyvän epätarkkuuden kautta.

Tulosohjauksessa kuntotavoitteiden asettamisen ja mittaamisen tarkkuutta voidaan parantaa useilla ei tavoilla. Mittauksia voidaan kehittää siten, että vähennetään edustavuuksien vaihtelua, tihennetään mittauskiertoa tai kohdennetaan mittauksia ennusteiden toiminnallisten puutteiden näkökulmasta. Muita parannuskohteita ovat mm. toimenpiteiden kirjauskäytännön parantaminen tai automatisointi ja vaikutusmallien parantaminen tai vain toimenpiteiden jälkeisen kuntotilan mittaaminen.

Toisen mittaussuunnan mittaaminen tai muulla tavalla ennustaminen parantaisivat kohteiden ajoitusten onnistumista. Tämä ei kuitenkaan toistaiseksi vaikuta tulosohjauksessa, koska siinä toimitaan pääasiassa vain yhden mittaussuunnan tiedoilla.

Myös tulostavoitteen rakennetta ja pisterajoja on mahdollista muuttaa. Tarkkuuden kannalta pisterajojen tulisi olla väljemmät. Toisaalta kuntomittauksia ja tuloksenmittausta voitaisiin eriyttää esim. jättämällä loppukauden mittauksia huomioimatta, jolloin tietojärjestelmien epätarkkuuden aiheuttamat yllätykset vähenisivät. Osa kuntomittauksista voisi olla vain seuraavaa vuotta varten tehtäviä.

10 LÄHDEVIITTEET JA KIRJALLISUUS

1. PMSPrön kuntoennustemallit 2004. Tiehallinnon selvityksiä 9/2005.
2. Kuntotavoiteraportti 2008. Juho Meriläinen.
3. Virtala Pertti, Päälysteiden kuntotiedon asiakasspesifikaatiot. 2004. Julkaisematon.
4. Tieomaisuuden yhtenäinen kuntoluokitus. Tiehallinnon selvityksiä 57/2005.
5. Prokkola Reijo: Päälysteiden kirjaaminen. Tielaitos1999.
6. Männistö Vesa: Tulostavoite 2009.
7. @RISK 5.0.0 Risk Analysis Add-in for Microsoft Excel. Palisade Corporation.

11 TIETOAINEISTOT

1. PMSPrön:n yleistiedot 29.8.2008 (Juho Meriläinen)
2. KURRE yleistiedot 1.1.2009 (Ismo Iso-Heiniemi)
3. PTM-aineistot KURREsta vuosilta 2003-2008 (Timo Eskola)
4. PTM-aineistoa vuodelta 2009 Destia Oy (Timo Eskola)
5. Uraennusteiden toimivuusaineisto (Juho Meriläinen)
6. IRIennusteiden toimivuusaineisto (Juho Meriläinen)
7. Toimenpiteiden vaikutusmallien toimivuusaineisto (Juho Meriläinen)
8. Ennustevirheiden simulointiin liittyviä aineistoja ja malleja

12 LIITTEET

LIITE 1 URAENNUSTEEN TOIMIVUUS YLLÄPITOLUOKITTAIN

Ennustettu vs. mitattu uraluokka, ylläpitoluokka Y1a

Ennustettu URA_ik	Mitattu URA_ik					Yhteensä km
	Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
Eritt.huono	19 %	16 %	39 %	22 %	4 %	16
Huono	4 %	51 %	31 %	11 %	3 %	104
Tyydyttävä	0 %	4 %	74 %	20 %	1 %	1120
Hyvä	0 %	0 %	12 %	79 %	9 %	1559
Eritt.hyvä	0 %	0 %	0 %	16 %	84 %	1191
Yhteensä	8	105	1064	1664	1150	3991

Ennustettu vs. mitattu uraluokka, ylläpitoluokka Y1b

Ennustettu URA_ik	Mitattu URA_ik					Yhteensä km
	Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
Eritt.huono	34 %	29 %	6 %	13 %	19 %	14
Huono	3 %	56 %	31 %	3 %	7 %	122
Tyydyttävä	0 %	3 %	69 %	26 %	2 %	806
Hyvä	0 %	0 %	6 %	82 %	11 %	1839
Eritt.hyvä	0 %	0 %	0 %	14 %	86 %	1310
Yhteensä	8	99	718	1916	1350	4091

Ennustettu vs. mitattu uraluokka, ylläpitoluokka Y1c

Ennustettu URA_ik	Mitattu URA_ik					Yhteensä km
	Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
Eritt.huono	39 %	33 %	17 %	11 %	0 %	29
Huono	5 %	36 %	42 %	15 %	2 %	133
Tyydyttävä	0 %	5 %	67 %	26 %	2 %	545
Hyvä	0 %	0 %	7 %	78 %	15 %	1764
Eritt.hyvä	0 %	0 %	1 %	11 %	89 %	1900
Yhteensä	19	92	552	1757	1950	4371

Ennustettu vs. mitattu uraluokka, ylläpitoluokka Y2a

Ennustettu URA_ik	Mitattu URA_ik					Yhteensä km
	Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
Eritt.huono	39 %	28 %	16 %	11 %	6 %	21
Huono	4 %	28 %	41 %	21 %	6 %	103
Tyydyttävä	1 %	5 %	49 %	39 %	7 %	308
Hyvä	0 %	0 %	6 %	72 %	22 %	1225
Eritt.hyvä	0 %	0 %	0 %	11 %	89 %	1929
Yhteensä	14	56	276	1227	2014	3587

Ennustettu vs. mitattu uraluokka, ylläpitoluokka Y2b

Ennustettu URA_ik	Mitattu URA_ik					Yhteensä km
	Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä	
Eritt.huono	32 %	22 %	15 %	18 %	13 %	14
Huono	3 %	20 %	35 %	26 %	15 %	53
Tyydyttävä	1 %	5 %	28 %	42 %	24 %	123
Hyvä	0 %	1 %	5 %	57 %	37 %	522
Eritt.hyvä	0 %	0 %	0 %	7 %	92 %	1434
Yhteensä	8	25	88	467	1558	2146

LIITE 2. IRI-ENNUSTEEN TOIMIVUUS YLLÄPITOLUOKITTAIN.

IRI-ennusteen toimivuus

Lähde: IRI-ennusteen toimivuus.xlsx/taulukot

Y1a..Y3b		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	56.2 %	28.3 %	11.7 %	3.5 %	0.3 %	100 %	121
	Huono	12.5 %	48.4 %	34.6 %	4.1 %	0.4 %	100 %	360
	Tyydyttävä	1.2 %	6.8 %	67.2 %	24.1 %	0.7 %	100 %	2644
	Hyvä	0.1 %	0.4 %	7.3 %	80.9 %	11.3 %	100 %	9959
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.1 %	0.3 %	17.0 %	82.6 %	100 %	5649
Yhteensä %		0.8 %	2.3 %	14.2 %	51.7 %	31.1 %	100 %	18733
Yhteensä km		153	427	2658	9678	5817	Oikein%=	79 %

IRI-ennusteen toimivuus

Y1a		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	46.0 %	46.5 %	7.6 %	0.0 %	0.0 %	100 %	3
	Huono	3.7 %	60.9 %	30.2 %	4.6 %	0.6 %	100 %	34
	Tyydyttävä	0.6 %	6.7 %	58.5 %	33.0 %	1.2 %	100 %	160
	Hyvä	0.0 %	0.5 %	4.5 %	81.5 %	13.4 %	100 %	1047
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.1 %	0.5 %	16.5 %	83.0 %	100 %	828
Yhteensä %		0.2 %	1.8 %	7.5 %	50.4 %	40.1 %	100 %	2072
Yhteensä km		4	38	155	1045	830	Oikein%=	80 %

IRI-ennusteen toimivuus

Y1b		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	53.0 %	24.2 %	22.8 %	0.0 %	0.0 %	100 %	2
	Huono	6.0 %	47.1 %	37.2 %	8.9 %	0.7 %	100 %	15
	Tyydyttävä	1.0 %	9.1 %	57.9 %	30.3 %	1.6 %	100 %	138
	Hyvä	0.0 %	0.2 %	5.7 %	81.0 %	13.0 %	100 %	1487
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.0 %	0.2 %	18.3 %	81.5 %	100 %	1343
Yhteensä %		0.1 %	0.8 %	5.8 %	50.0 %	43.2 %	100 %	2985
Yhteensä km		4	23	174	1494	1290	Oikein%=	80 %

IRI-ennusteen toimivuus

Y1c		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	68.6 %	17.5 %	12.4 %	1.6 %	0.0 %	100 %	7
	Huono	23.7 %	43.6 %	27.9 %	4.0 %	0.8 %	100 %	39
	Tyydyttävä	1.9 %	12.0 %	62.3 %	23.2 %	0.6 %	100 %	296
	Hyvä	0.1 %	0.4 %	8.2 %	81.0 %	10.3 %	100 %	1788
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.0 %	0.2 %	16.8 %	83.0 %	100 %	1317
Yhteensä %		0.6 %	1.8 %	10.0 %	50.5 %	37.1 %	100 %	3448
Yhteensä km		21	62	345	1740	1280	Oikein%=	80 %

IRI-ennusteen toimivuus

Y2a		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	42.4 %	40.7 %	13.0 %	3.8 %	0.0 %	100 %	17
	Huono	10.3 %	47.7 %	37.3 %	4.8 %	0.0 %	100 %	61
	Tyydyttävä	1.2 %	6.0 %	65.9 %	26.4 %	0.5 %	100 %	534
	Hyvä	0.1 %	0.4 %	7.3 %	80.7 %	11.5 %	100 %	2042
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.1 %	0.3 %	16.9 %	82.7 %	100 %	962
Yhteensä %		0.6 %	2.1 %	14.6 %	54.1 %	28.6 %	100 %	3617
Yhteensä km		23	77	528	1956	1033	Oikein%=	78 %

IRI-ennusteen toimivuus

Y2b		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	50.6 %	33.4 %	11.8 %	3.7 %	0.5 %	100 %	27
	Huono	10.6 %	52.1 %	33.2 %	4.0 %	0.1 %	100 %	80
	Tyydyttävä	1.0 %	5.8 %	68.2 %	24.6 %	0.5 %	100 %	607
	Hyvä	0.1 %	0.3 %	8.3 %	81.1 %	10.2 %	100 %	1613
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.1 %	0.3 %	15.7 %	83.9 %	100 %	563
Yhteensä %		1.0 %	3.2 %	20.0 %	53.6 %	22.1 %	100 %	2889
Yhteensä km		29	91	579	1550	640	Oikein%=	78 %

IRI-ennusteen toimivuus

Y3a		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	58.7 %	24.0 %	12.1 %	4.9 %	0.3 %	100 %	41
	Huono	11.2 %	44.2 %	39.6 %	4.4 %	0.6 %	100 %	86
	Tyydyttävä	1.2 %	5.1 %	70.5 %	22.2 %	0.9 %	100 %	674
	Hyvä	0.1 %	0.3 %	7.7 %	80.8 %	11.1 %	100 %	1702
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.1 %	0.3 %	17.1 %	82.5 %	100 %	561
Yhteensä %		1.4 %	2.9 %	21.1 %	53.1 %	21.5 %	100 %	3064
Yhteensä km		44	88	646	1627	659	Oikein%=	78 %

IRI-ennusteen toimivuus

Y3b		Mitattu IRI-luokka					Yhteensä	Yhteensä km
		Eritt.huono	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Eritt.hyvä		
Ennuste	Eritt.huono	65.6 %	22.6 %	9.7 %	1.6 %	0.4 %	100 %	24
	Huono	20.4 %	45.7 %	32.3 %	1.1 %	0.4 %	100 %	45
	Tyydyttävä	1.2 %	8.2 %	75.8 %	14.5 %	0.2 %	100 %	234
	Hyvä	0.3 %	0.4 %	12.5 %	79.3 %	7.4 %	100 %	280
	Eritt.hyvä	0.0 %	0.0 %	0.5 %	14.6 %	84.8 %	100 %	74
Yhteensä %		4.4 %	7.1 %	35.0 %	40.7 %	12.9 %	100 %	657
Yhteensä km		29	47	230	267	85	Oikein%=	76 %

LIITE 3. URAENNUSTEIDEN TOIMIVUUS HUONOKUNTOISTEN JA EI-HUONOKUNTOISTEN EROTTELUSSA.

Uraluokan huonokuntoisuuden ennusteen toimivuus vuoden 2008 mittausaineistosta
Ylläpitoluokat Y1a...Y2b Oikein-sarakkeessa mitatut "oikeat"

Piiri	km			%		
	Aliennustus	Oikein	Yliennustus	Aliennustus	Oikein	Yliennustus
U	13	1546	10	0.8 %	99 %	0.7 %
T	36	2339	57	1.5 %	96 %	2.4 %
KaS	7	1632	16	0.4 %	99 %	1.0 %
H	28	2769	68	1.0 %	97 %	2.4 %
SK	17	2038	38	0.8 %	97 %	1.8 %
KS	9	874	19	1.0 %	97 %	2.1 %
V	9	1975	17	0.4 %	99 %	0.9 %
O	16	2563	44	0.6 %	98 %	1.7 %
L	13	1978	53	0.6 %	97 %	2.6 %
Yhteensä	149	17714	324	0.8 %	97 %	1.8 %

Uraluokan huonokuntoisuuden ennusteen toimivuus vuoden 2008 mittausaineistosta
Ylläpitoluokat Y1a...Y2b Oikein -sarakeessa mitatut oikeat huonot

Piiri	km			%		
	Aliennustus	Oikein	Yliennustus	Aliennustus	Oikein	Yliennustus
U	13	9	10	40.1 %	28.7 %	31.2 %
T	36	97	57	18.9 %	50.9 %	30.2 %
KaS	7	13	16	20.6 %	35.3 %	44.1 %
H	28	51	68	19.0 %	34.6 %	46.4 %
SK	17	31	38	20.3 %	35.8 %	43.9 %
KS	9	16	19	20.8 %	35.9 %	43.3 %
V	9	13	17	22.4 %	32.9 %	44.7 %
O	16	25	44	18.8 %	29.7 %	51.5 %
L	13	31	53	13.1 %	32.0 %	55.0 %
Yhteensä	149	286	324	19.6 %	37.7 %	42.7 %

LIITTEET

Uraennusteen toimivuusanalyysi, mittaukset 2008

Kaikki ylläpitoluokat Y1abc2ab

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	1537.0	9.5	13.2	10.2	1569.9	0.6 %	0.8 %	0.7 %	48.0 %
T	2242.6	96.5	35.9	57.3	2432.4	4.0 %	1.5 %	2.4 %	62.7 %
KaS	1619.5	12.7	7.4	15.8	1655.3	0.8 %	0.4 %	1.0 %	44.4 %
H	2717.6	51.1	28.0	68.5	2865.3	1.8 %	1.0 %	2.4 %	42.7 %
SK	2007.5	30.8	17.5	37.8	2093.6	1.5 %	0.8 %	1.8 %	44.9 %
KS	857.7	15.8	9.2	19.1	901.8	1.8 %	1.0 %	2.1 %	45.3 %
V	1962.4	12.7	8.6	17.2	2000.9	0.6 %	0.4 %	0.9 %	42.4 %
O	2537.2	25.4	16.1	44.0	2622.7	1.0 %	0.6 %	1.7 %	36.6 %
L	1947.0	31.1	12.7	53.4	2044.3	1.5 %	0.6 %	2.6 %	36.8 %
Yhteensä	17428.6	285.6	148.6	323.5	18186.3	1.6 %	0.8 %	1.8 %	46.9 %

Ylläpitoluokka Y1a

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	675.8	4.6	8.3	3.6	692.3	0.7 %	1.2 %	0.5 %	55.8 %
T	487.3	18.8	12.3	10.1	528.5	3.6 %	2.3 %	1.9 %	65.1 %
KaS	441.0	2.3	2.8	2.2	448.2	0.5 %	0.6 %	0.5 %	51.1 %
H	1024.5	24.8	13.9	23.5	1086.7	2.3 %	1.3 %	2.2 %	51.4 %
SK	290.6	2.8	2.5	3.2	299.1	0.9 %	0.8 %	1.1 %	46.4 %
KS	176.7	1.5	1.6	1.2	181.0	0.8 %	0.9 %	0.7 %	55.2 %
V	211.5	1.7	0.2	1.9	215.3	0.8 %	0.1 %	0.9 %	45.9 %
O	288.9	5.9	8.1	3.0	305.9	1.9 %	2.6 %	1.0 %	66.1 %
L	224.3	0.4	0.8	8.4	233.9	0.2 %	0.3 %	3.6 %	4.6 %
Yhteensä	3820.5	62.8	50.5	57.2	3990.9	1.6 %	1.3 %	1.4 %	52.3 %

Ylläpitoluokka Y1b

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	178.6	2.0	1.0	1.4	183.1	1.1 %	0.5 %	0.8 %	58.8 %
T	453.4	42.4	9.6	13.7	519.1	8.2 %	1.8 %	2.6 %	75.6 %
KaS	405.5	4.4	1.7	3.1	414.7	1.1 %	0.4 %	0.7 %	58.8 %
H	479.0	10.0	4.9	14.0	508.0	2.0 %	1.0 %	2.8 %	41.7 %
SK	341.3	4.5	2.3	7.7	355.8	1.3 %	0.6 %	2.2 %	36.8 %
KS	196.6	1.3	1.1	1.7	200.7	0.6 %	0.5 %	0.8 %	43.3 %
V	493.8	1.5	0.6	1.6	497.5	0.3 %	0.1 %	0.3 %	48.4 %
O	998.0	11.8	4.3	9.1	1023.2	1.2 %	0.4 %	0.9 %	56.3 %
L	382.5	2.7	1.0	3.1	389.2	0.7 %	0.3 %	0.8 %	46.5 %
Yhteensä	3928.6	80.6	26.5	55.5	4091.2	2.0 %	0.6 %	1.4 %	59.2 %

Ylläpitoluokka Y1c

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	255.9	2.2	2.9	1.7	262.7	0.8 %	1.1 %	0.6 %	56.8 %
T	556.9	23.2	5.9	17.1	603.0	3.8 %	1.0 %	2.8 %	57.6 %
KaS	319.5	2.0	0.7	1.2	323.4	0.6 %	0.2 %	0.4 %	62.9 %
H	531.3	8.4	6.0	16.6	562.3	1.5 %	1.1 %	3.0 %	33.4 %
SK	522.3	7.2	4.2	4.8	538.5	1.3 %	0.8 %	0.9 %	59.9 %
KS	182.9	2.6	3.9	4.1	193.5	1.3 %	2.0 %	2.1 %	38.8 %
V	475.9	2.7	2.8	1.0	482.4	0.6 %	0.6 %	0.2 %	73.9 %
O	424.3	2.8	0.7	11.6	439.4	0.6 %	0.2 %	2.6 %	19.4 %
L	904.6	24.1	8.7	28.5	965.9	2.5 %	0.9 %	3.0 %	45.8 %
Yhteensä	4173.6	75.1	35.8	86.5	4371.0	1.7 %	0.8 %	2.0 %	46.5 %

Ylläpitoluokka Y2a

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	263.2	0.1	0.7	1.0	265.0	0.0 %	0.3 %	0.4 %	9.1 %
T	359.5	9.7	6.2	10.7	386.0	2.5 %	1.6 %	2.8 %	47.7 %
KaS	286.2	3.1	1.7	7.1	298.1	1.0 %	0.6 %	2.4 %	30.3 %
H	416.3	6.8	2.3	9.7	435.0	1.6 %	0.5 %	2.2 %	41.2 %
SK	554.1	10.7	3.8	16.1	584.8	1.8 %	0.6 %	2.8 %	39.8 %
KS	239.1	7.1	1.9	6.3	254.4	2.8 %	0.7 %	2.5 %	52.7 %
V	492.2	3.8	3.5	5.1	504.6	0.8 %	0.7 %	1.0 %	42.9 %
O	530.9	2.1	1.5	9.6	544.2	0.4 %	0.3 %	1.8 %	17.9 %
L	298.2	3.8	1.4	11.7	315.1	1.2 %	0.4 %	3.7 %	24.6 %
Yhteensä	3439.7	47.2	22.9	77.3	3587.1	1.3 %	0.6 %	2.2 %	37.9 %

Ylläpitoluokka Y2b

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	163.5	0.5	0.3	2.5	166.8	0.3 %	0.2 %	1.5 %	16.7 %
T	385.6	2.4	1.9	5.8	395.7	0.6 %	0.5 %	1.5 %	29.2 %
KaS	167.3	0.9	0.5	2.3	171.0	0.5 %	0.3 %	1.3 %	28.1 %
H	266.6	1.1	1.0	4.7	273.4	0.4 %	0.4 %	1.7 %	19.1 %
SK	299.2	5.7	4.7	5.9	315.5	1.8 %	1.5 %	1.9 %	49.1 %
KS	62.4	3.4	0.7	5.8	72.3	4.7 %	1.0 %	8.0 %	37.1 %
V	288.9	3.0	1.6	7.6	301.1	1.0 %	0.5 %	2.5 %	28.3 %
O	295.1	2.8	1.5	10.6	310.0	0.9 %	0.5 %	3.4 %	20.9 %
L	137.5	0.1	0.8	1.8	140.2	0.1 %	0.6 %	1.3 %	5.3 %
Yhteensä	2066.2	19.9	12.9	47.0	2146.0	0.9 %	0.6 %	2.2 %	29.8 %

LIITE 4. IRI-ENNUSTEEN TOIMIVUUS HUONOKUNTOISTEN JA EI-HUONOKUNTOISTEN EROTTELUSSA

IRI-ennusteen toimivuusanalyysi, mittaukset 2008

Kaikki ylläpitoluokat Y1abc+2ab+3ab

Lähde: IRI-ennusteen_toimivuus.xlsx/taulukot2

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	983.1	5.3	13.0	4.2	1005.7	97.8 %	0.5 %	1.3 %	0.4 %	55.6 %
T	2706.6	74.6	52.7	34.8	2868.6	94.4 %	2.6 %	1.8 %	1.2 %	68.2 %
KaS	2039.0	19.2	14.7	11.0	2083.8	97.8 %	0.9 %	0.7 %	0.5 %	63.6 %
H	1288.2	24.5	27.7	15.6	1356.0	95.0 %	1.8 %	2.0 %	1.2 %	61.1 %
SK	2543.3	45.8	28.0	17.0	2634.1	96.6 %	1.7 %	1.1 %	0.6 %	72.9 %
KS	965.8	25.1	13.8	8.6	1013.3	95.3 %	2.5 %	1.4 %	0.8 %	74.5 %
V	916.7	20.5	16.3	14.0	967.5	94.7 %	2.1 %	1.7 %	1.5 %	59.4 %
O	3425.2	42.4	33.6	25.2	3526.4	97.1 %	1.2 %	1.0 %	0.7 %	62.7 %
L	3125.7	64.3	58.4	29.4	3277.8	95.4 %	2.0 %	1.8 %	0.9 %	68.6 %
Yhteensä	17993.6	321.7	258.2	159.8	18733.2	96.1 %	1.7 %	1.4 %	0.9 %	66.8 %

Ylläpitoluokka Y1abc

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	407.8	2.2	5.0	1.8	416.7	97.9 %	0.5 %	1.2 %	0.4 %	54.9 %
T	1422.8	18.2	16.3	9.0	1466.4	97.0 %	1.2 %	1.1 %	0.6 %	66.9 %
KaS	1168.1	3.5	3.4	2.7	1177.7	99.2 %	0.3 %	0.3 %	0.2 %	56.9 %
H	268.4	1.0	4.3	1.4	275.1	97.6 %	0.4 %	1.6 %	0.5 %	41.7 %
SK	1173.5	8.5	6.5	4.5	1193.0	98.4 %	0.7 %	0.5 %	0.4 %	65.5 %
KS	556.9	2.7	5.1	1.0	565.7	98.4 %	0.5 %	0.9 %	0.2 %	73.0 %
V	49.9	0.2	0.6	0.1	50.8	98.3 %	0.3 %	1.2 %	0.2 %	62.3 %
O	1747.7	7.7	7.5	5.6	1768.5	98.8 %	0.4 %	0.4 %	0.3 %	57.8 %
L	1525.1	22.4	36.7	7.4	1591.5	95.8 %	1.4 %	2.3 %	0.5 %	75.2 %
Yhteensä	8320.2	66.4	85.3	33.4	8505.4	97.8 %	0.8 %	1.0 %	0.4 %	66.5 %

Ylläpitoluokka Y2ab

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	448.2	2.9	5.5	1.9	458.5	97.8 %	0.6 %	1.2 %	0.4 %	60.7 %
T	785.0	24.3	21.4	11.2	841.9	93.2 %	2.9 %	2.5 %	1.3 %	68.4 %
KaS	543.2	9.0	6.8	4.7	563.7	96.4 %	1.6 %	1.2 %	0.8 %	65.7 %
H	721.8	12.8	14.6	7.4	756.7	95.4 %	1.7 %	1.9 %	1.0 %	63.5 %
SK	1090.8	22.0	16.4	8.6	1137.8	95.9 %	1.9 %	1.4 %	0.8 %	71.8 %
KS	365.5	12.0	6.4	5.9	389.8	93.8 %	3.1 %	1.6 %	1.5 %	67.1 %
V	539.1	10.7	8.7	8.5	566.9	95.1 %	1.9 %	1.5 %	1.5 %	55.7 %
O	910.5	12.7	10.2	8.1	941.5	96.7 %	1.4 %	1.1 %	0.9 %	61.2 %
L	818.5	16.1	8.1	6.6	849.3	96.4 %	1.9 %	1.0 %	0.8 %	70.9 %
Yhteensä	6222.7	122.4	98.2	62.8	6506.1	95.6 %	1.9 %	1.5 %	1.0 %	66.1 %

Ylläpitoluokka Y3ab

Piiri	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Yhteensä	Oikein Hyvä	Oikein Huono	Väärin Hyvä	Väärin Huono	Huonoista Oikein
U	127.2	0.2	2.6	0.5	130.5	97.4 %	0.2 %	2.0 %	0.4 %	27.8 %
T	498.8	32.0	14.9	14.5	560.3	89.0 %	5.7 %	2.7 %	2.6 %	68.8 %
KaS	327.6	6.7	4.6	3.6	342.5	95.7 %	1.9 %	1.3 %	1.1 %	64.7 %
H	298.0	10.6	8.8	6.8	324.2	91.9 %	3.3 %	2.7 %	2.1 %	60.9 %
SK	279.0	15.3	5.1	3.9	303.3	92.0 %	5.1 %	1.7 %	1.3 %	79.7 %
KS	43.3	10.5	2.3	1.7	57.8	74.9 %	18.1 %	4.0 %	3.0 %	35.8 %
V	327.6	9.7	7.0	5.5	349.8	93.7 %	2.8 %	2.0 %	1.6 %	63.9 %
O	767.0	22.0	15.9	11.5	816.4	94.0 %	2.7 %	1.9 %	1.4 %	65.6 %
L	782.1	25.9	13.5	15.4	837.0	93.4 %	3.1 %	1.6 %	1.8 %	62.7 %
Yhteensä	3450.6	132.9	74.6	63.6	3721.7	92.7 %	3.6 %	2.0 %	1.7 %	67.6 %

LIITE 5. URA-TIEDON IKÄ VUONNA 2008

Vuoden 2008 mittaukset huomioitu

Uramittautiedon ikä 0v (mitattu 2008)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	1002	276	327	298	221	127	2271
T	489	486	697	524	715	663	3651
KaS	611	507	347	483	318	424	2737
H	1323	629	686	521	312	297	2797
SK	476	466	631	768	488	339	3193
KS	361	277	363	287	120	51	1469
V	254	553	509	589	425	439	2817
O	432	1121	513	732	525	850	4304
L	251	567	1068	533	401	525	3700
Yhteensä	5199	4881	5141	4736	3524	3716	27939

Uramittautiedon ikä 0v (mitattu 2008)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	60%	59%	64%	31%	25%	24%	45%
T	78%	70%	91%	49%	41%	56%	58%
KaS	89%	86%	75%	35%	30%	38%	49%
H	92%	84%	71%	39%	24%	24%	51%
SK	87%	87%	90%	48%	40%	29%	53%
KS	89%	69%	80%	37%	32%	13%	49%
V	74%	74%	66%	39%	35%	36%	47%
O	89%	89%	79%	42%	32%	42%	51%
L	96%	90%	94%	49%	33%	46%	60%
Yhteensä	80%	80%	80%	41%	33%	37%	52%

Uramittautiedon ikä 1v (mitattu 2007)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	275	181	142	480	458	250	1810
T	116	192	67	447	741	274	1849
KaS	70	93	103	564	360	256	1504
H	44	37	100	470	610	589	2129
SK	66	65	53	267	330	293	1111
KS	36	72	46	149	54	56	424
V	76	189	118	573	440	480	1916
O	48	140	124	684	581	438	2173
L	4	64	65	336	351	421	1377
Yhteensä	734	1034	820	3969	3925	3056	14794

Uramittautiedon ikä 1v (mitattu 2007)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	17%	39%	28%	50%	51%	48%	36%
T	18%	28%	9%	42%	42%	23%	29%
KaS	10%	15%	22%	41%	34%	23%	27%
H	3%	5%	10%	35%	46%	47%	29%
SK	12%	12%	8%	17%	27%	25%	18%
KS	9%	18%	10%	19%	14%	14%	14%
V	22%	25%	16%	37%	37%	38%	32%
O	10%	11%	19%	39%	35%	22%	26%
L	2%	10%	6%	31%	28%	37%	22%
Yhteensä	11%	17%	13%	34%	37%	30%	26%

Uramittautiedon ikä 2v (mitattu 2006)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	184	0	38	155	195	109	692
T	22	11	2	52	171	172	508
KaS	2	0	1	237	248	296	885
H	20	46	159	265	270	218	997
SK	7	0	14	566	329	500	1553
KS	1	37	30	202	55	117	448
V	11	2	53	125	79	95	376
O	5	1	10	299	477	612	1604
L	1	1	4	201	423	148	926
Yhteensä	252	100	311	2122	2246	2267	7990

Uramittautiedon ikä 2v (mitattu 2006)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	11%	0%	7%	16%	22%	21%	14%
T	4%	2%	0%	5%	10%	14%	8%
KaS	0%	0%	0%	19%	24%	27%	16%
H	1%	6%	17%	20%	21%	17%	13%
SK	1%	0%	2%	36%	27%	43%	26%
KS	0%	9%	7%	26%	15%	29%	15%
V	3%	0%	7%	8%	7%	8%	6%
O	1%	0%	1%	17%	29%	30%	19%
L	0%	0%	0%	18%	34%	13%	15%
Yhteensä	4%	2%	5%	18%	21%	23%	15%

Uramittautiedon ikä 3v (mitattu 2005)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	3	0	0	24	11	17	58
T	0	0	1	24	78	37	147
KaS	0	0	9	48	91	66	224
H	1	5	12	70	83	57	246
SK	0	0	0	6	49	16	73
KS	0	13	4	58	114	121	457
V	0	0	25	125	104	73	366
O	0	1	0	24	35	46	113
L	0	0	0	17	47	19	121
Yhteensä	5	20	51	397	610	453	1704

Uramittautiedon ikä 3v (mitattu 2005)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	0%	0%	0%	2%	1%	3%	1%
T	0%	0%	0%	2%	4%	3%	2%
KaS	0%	0%	2%	4%	9%	6%	4%
H	0%	1%	1%	5%	6%	4%	3%
SK	0%	0%	0%	0%	4%	1%	1%
KS	0%	3%	1%	7%	30%	30%	12%
V	0%	0%	3%	8%	9%	6%	6%
O	0%	0%	0%	1%	2%	2%	1%
L	0%	0%	0%	2%	4%	2%	2%
Yhteensä	0%	0%	3%	3%	6%	5%	3%

Uramittautiedon ikä 4v (mitattu 2004)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	172	0	0	1	6	4	184
T	0	0	0	7	25	25	59
KaS	0	0	2	17	4	2	28
H	1	0	0	3	24	58	99
SK	0	0	0	1	4	3	9
KS	0	0	7	79	26	21	155
V	0	0	35	82	91	34	250
O	0	0	0	2	3	42	56
L	0	0	0	2	3	24	39
Yhteensä	173	1	46	193	185	213	878

Uramittautiedon ikä 4v (mitattu 2004)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	10%	0%	0%	0%	1%	1%	4%
T	0%	0%	0%	1%	1%	2%	1%
KaS	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%
H	0%	0%	0%	0%	2%	5%	1%
SK	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
KS	0%	0%	2%	10%	7%	5%	5%
V	0%	0%	5%	5%	8%	3%	4%
O	0%	0%	0%	0%	0%	2%	1%
L	0%	0%	0%	0%	0%	2%	1%
Yhteensä	3%	0%	1%	2%	2%	2%	2%

LIITE 6. IRI-TIEDON IKÄ VUONNA 2008

Vuoden 2008 mittaukset huomioitu

IRimitaustiedon ikä 0v (mitattu 2008)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	116	115	298	298	221	127	1195
T	441	374	506	453	700	663	3214
KaS	606	507	342	457	301	426	2686
H	4	23	329	490	312	297	1484
SK	468	465	637	764	482	339	3181
KS	344	277	328	287	120	51	1417
V	0	0	58	322	386	417	1219
O	432	1120	512	620	496	850	4162
L	251	567	1068	533	401	525	3700
Yhteensä	2661	3448	4078	4225	3419	3696	22758

IRimitaustiedon ikä 0v (mitattu 2008)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	7%	25%	58%	31%	25%	24%	23%
T	70%	54%	66%	43%	40%	56%	51%
KaS	68%	84%	74%	33%	29%	38%	48%
H	0%	3%	34%	37%	24%	24%	20%
SK	85%	87%	91%	47%	40%	29%	53%
KS	85%	69%	73%	37%	32%	13%	48%
V	0%	0%	8%	21%	32%	34%	20%
O	89%	89%	79%	35%	30%	42%	50%
L	56%	90%	94%	49%	33%	46%	60%
Yhteensä	41%	57%	64%	37%	32%	37%	41%

IRimitaustiedon ikä 1v (mitattu 2007)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	27	58	146	480	458	250	1442
T	130	226	132	479	740	274	2042
KaS	75	93	108	578	360	248	1521
H	1213	575	325	465	610	589	4055
SK	66	62	46	268	336	293	1107
KS	52	72	81	149	54	56	476
V	285	738	568	838	478	501	3458
O	48	141	125	735	581	438	2225
L	4	64	65	336	351	421	1377
Yhteensä	1900	2079	1596	4326	3968	3069	17703

IRimitaustiedon ikä 1v (mitattu 2007)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	2%	12%	29%	50%	51%	48%	28%
T	21%	40%	17%	45%	42%	23%	32%
KaS	11%	15%	23%	42%	34%	22%	27%
H	84%	77%	34%	35%	46%	47%	54%
SK	12%	12%	7%	17%	28%	25%	18%
KS	13%	18%	18%	19%	14%	14%	16%
V	84%	99%	76%	55%	40%	41%	57%
O	10%	11%	19%	42%	35%	22%	26%
L	2%	10%	6%	31%	28%	37%	22%
Yhteensä	29%	34%	25%	38%	37%	31%	33%

IRimitaustiedon ikä 2v (mitattu 2006)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	1234	276	63	155	195	109	2043
T	56	39	72	66	174	172	657
KaS	2	0	1	257	255	296	893
H	111	92	285	301	263	218	1289
SK	15	5	15	569	329	500	1388
KS	1	37	30	202	55	117	448
V	25	4	53	127	80	95	397
O	5	1	10	359	505	612	1693
L	0	1	4	201	423	148	926
Yhteensä	1450	455	532	2237	2279	2268	9915

IRimitaustiedon ikä 2v (mitattu 2006)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	26%	39%	12%	16%	22%	21%	40%
T	9%	6%	9%	6%	10%	14%	10%
KaS	0%	0%	0%	19%	24%	27%	16%
H	8%	12%	30%	22%	20%	17%	17%
SK	3%	1%	2%	35%	27%	43%	26%
KS	0%	9%	7%	26%	15%	29%	15%
V	7%	0%	7%	8%	7%	8%	7%
O	1%	0%	1%	20%	31%	30%	20%
L	0%	0%	0%	18%	34%	13%	15%
Yhteensä	22%	7%	8%	19%	21%	23%	18%

IRimitaustiedon ikä 3v (mitattu 2005)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	59	4	1	24	11	17	118
T	0	0	35	46	91	37	217
KaS	0	0	0	60	100	73	242
H	18	15	18	70	83	57	278
SK	0	0	0	6	48	16	73
KS	0	13	4	58	114	121	47
V	0	0	25	125	104	73	366
O	0	1	0	25	35	46	113
L	0	0	0	17	47	19	121
Yhteensä	77	33	84	430	632	459	1884

IRimitaustiedon ikä 3v (mitattu 2005)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	4%	1%	0%	2%	1%	3%	2%
T	0%	0%	5%	4%	5%	3%	3%
KaS	0%	0%	0%	4%	10%	7%	4%
H	1%	2%	2%	5%	6%	5%	4%
SK	0%	0%	0%	0%	4%	1%	1%
KS	0%	3%	1%	7%	30%	30%	12%
V	0%	0%	3%	8%	9%	6%	6%
O	0%	0%	0%	1%	2%	2%	1%
L	0%	0%	0%	2%	4%	2%	2%
Yhteensä	1%	1%	1%	4%	6%	5%	3%

IRimitaustiedon ikä 4v (mitattu 2004)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	1	0	0	1	6	4	13
T	0	0	12	10	25	3	75
KaS	0	0	9	17	4	2	36
H	8	6	1	3	31	58	119
SK	0	0	0	1	4	3	9
KS	0	0	7	79	26	21	155
V	0	0	36	82	91	34	252
O	0	0	0	2	3	42	56
L	0	0	0	2	3	24	39
Yhteensä	9	7	66	197	193	213	753

IRimitaustiedon ikä 4v (mitattu 2004)

Piiri	Yläpitoluokka						Yhteensä
	Y1a	Y1b	Y1c	Y2a	Y2b	Y3a	
U	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%
T	0%	0%	2%	1%	1%	2%	1%
KaS	0%	0%	2%	1%	0%	0%	1%
H	1%	1%	0%	0%	2%	5%	2%
SK	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
KS	0%	0%	2%	10%	7%	5%	5%
V	0%	0%	3%	5%	8%	3%	4%
O	0%	0%	0%	0%	0%	2%	1%
L	0%	0%	0%	0%	0%	2%	1%
Yhteensä	0%	0%	1%	2%	2%	2%	1%

ISSN 1459-1553
TIEH 3201135-v